

179499 а.

*Изъ Гигіеническаго Института Императорскаго
Юрьевскаго Университета.*

Матеріалы къ ГИГІЕНИЧЕСКОЙ ОЦѢНКѢ СПИРТОКАЛИЛЬНОГО ОСВѢЩЕНІЯ.

Диссертация на степень магистра фармаціи

Бернгарда Карловича Гревинга,

лаборанта при Императорскомъ Юрьевскомъ Ветеринарномъ Институтѣ.

Оппоненты :

Проф. Е. А. Шенниковскій. — Проф. В. П. Курчинскій.
Доцентъ Н. В. Шидельмейзеръ.



Юрьевъ.

Типо-литографія Эд. Бергмана.

1908.

Племянницѣ
Ильзѣ.

D191891

*Тема для настоящей работы предложена мной глубокоуважаемым профессором **Евгениемъ Алексѣевичемъ Шепилевскимъ**, которому считаю своимъ нравственнымъ долгомъ и пріятнѣйшею для себя обязанностью выразить здѣсь мою сердечную признательность за общее руководство и чрезвычайно цѣнные совѣты, которыми я пользовался въ широкихъ размѣрахъ при исполненіи этой работы.*

*Приношу искреннюю благодарность глубокоуважаемому профессору **В. П. Курчинскому** за весьма цѣнные совѣты, которыми я пользовался при исполненіи физической части этой работы.*

*Сердечно благодарю также глубокоуважаемого доцента **И. В. Шиндельмейзера** за всѣ совѣты при выполненіи качественныхъ химическихъ опытовъ.*

Матеріалы къ гігіенической оцѣнкѣ
спиртокалильнаго освѣщенія.

Введение.

Усовершенствованія, связанныя съ искусственнымъ освѣщеніемъ, играютъ всегда очень важную роль въ развитіи культуры народовъ. Въ древнѣйшія времена пламя считалось божественнымъ даромъ и служило предметомъ религиознаго почитанія. Это понятно, такъ какъ употребленіе огня ставило человѣка въ независимое положеніе относительно условій природы и времени. И эта побѣда надъ природою особенно стала ясной тогда, когда пламенемъ стали пользоваться въ цѣляхъ освѣщенія, когда и ночная темнота переставала быть препятствіемъ для расширенія дѣятельности человѣка. Не смотря, однако, на пользу и необходимость въ искусственномъ освѣщеніи, хорошо сознаваемые уже во времена зарожденія культуры и первыхъ ея шаговъ, пользование пламенемъ съ этою цѣлью было весьма примитивно.

Въ глубокой древности употребляли кромѣ горящей лучинки, лампы, которыя должно быть, наполнялись животными и растительными маслами. Вѣроятно въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ было уже извѣстно горящее минеральное масло. Устройство этихъ лампъ было, конечно, крайне простое: чашеобразный сосудъ, наполненный жидкимъ свѣтильнымъ веществомъ и червеобразный фитиль изъ подходящаго волокнистаго вещества, вложенный въ трубочку, считались достаточнымъ свѣтильнымъ приборомъ. Впослѣдствіи такая лампа стала предметомъ стремленій къ изящному и ей стали при-

давать ту или другую художественную форму въ соотвѣтствіи съ тѣмъ высокимъ значеніемъ освѣщенія, которое несомнѣнно оно имѣло. До сихъ поръ еще восхищаются изящными и классическими линіями этой римско-греческой домашней утвари. При всемъ этомъ на цѣлесообразное устройство свѣтильницъ было обращено тогда очень поверхностное вниманіе. Усовершенствованіе ихъ подвигалось очень медленно, должно быть, вслѣдствіе того, что процессъ горѣнія въ то время и почти вплоть до конца 18 столѣтія былъ совершенно непонятенъ. Мы видимъ, что даже въ началѣ 19-го столѣтія употреблялись лампы очень простой конструкціи. Онѣ давали очень мало свѣта, и не имѣли преимуществъ передъ давно уже употреблявшимися салными и восковыми свѣчами, и впрочемъ представляли по существу своему только видоизмѣненія древнихъ свѣтильницъ.

Съ начала 19-го вѣка рядомъ съ салными и восковыми свѣчами, изъ которыхъ вторыя употреблялись лишь по преимуществу для церковныхъ службъ, вошли въ употребленіе свѣчи изъ спермацета, стеарина и параффина, благодаря чему достигнуто было важное для тогдашняго времени улучшение и большая доступность искусственнаго освѣщенія. Въ то же время, благодаря различнымъ, быстро слѣдующимъ одно за другимъ изобрѣтеніямъ стала улучшаться и конструкція лампъ. Это улучшение началось главнымъ образомъ во Франціи въ концѣ 18-го вѣка. Слѣдуетъ однако отмѣтить, что уже въ 1550 г. майландскій врачъ Hieronymus Cardanus изобрѣлъ практическую и дошедшую, хотя въ сильно улучшенномъ видѣ, и до новѣйшаго времени форму для лампъ. Желая достигнуть лучшаго пропитыванія фитиля масломъ, онъ помѣстилъ сосудъ съ масломъ въ сторонѣ отъ края горѣлки, такъ что оно доходило къ фитилю подъ давленіемъ. Въ 1783 году Leger въ Парижѣ предложилъ замѣнить исключительно употребляемый до тѣхъ поръ массивный фитиль

лентообразнымъ плоскимъ. Тотъ же фитиль черезъ годъ послѣ этого рекомендовалъ и шведскій ботаникъ Clas Alströmer. Настоящимъ изобрѣтателемъ стекляннаго цилиндра считается парижскій аптекарь Quinquet, которому, какъ говорятъ, уже въ 1756 году пришла эта мысль. Въ 1783 г., по другимъ свѣдѣніямъ въ 1789 г., благодаря изобрѣтенію француза Argand, произошло коренное измѣненіе лампъ, заключавшееся въ томъ, что былъ введенъ трубкообразный фитиль и стеклянный цилиндръ, особенной формы. Это усовершенствованіе было крупнымъ шагомъ въ технику освѣщенія, такъ какъ благодаря помѣщенію пламени въ цилиндръ достигнута была большая яркость его, болѣе продуктивное сгораніе матеріала и равномерный не измѣняющійся отъ постороннихъ и случайныхъ токовъ воздуха свѣтъ. Въ длинномъ періодѣ постепеннаго усовершенствованія лампъ, отличается еще изобрѣтенная въ Парижѣ въ 1809 г. лампа „Astral“ Bordier Marcel'я, устроенная въ 1800 г. въ Парижѣ часовая лампа Carcel и въ 1836 г. лампа „Moderateur“ Franchot'a.

Послѣ того какъ конструкція масляныхъ лампъ достигла возможной по тому времени степени технического и хозяйственнаго совершенства, въ искусственномъ освѣщеніи наступилъ переворотъ вслѣдствіе употребленія въ качествѣ освѣтительнаго матеріала минеральныхъ летучихъ маселъ. Въ 1834 г. Selligne въ Парижѣ производилъ опыты полученія горючаго масла изъ дегтя, который добывался посредствомъ перегонки изъ смолистаго аспида, и въ 1841 г. эти горючія масла поступили въ продажу. Почти одновременно и внѣ Франціи, главнымъ образомъ въ Германіи, открывались фабрики для добыванія такихъ маселъ, при чемъ сырымъ матеріаломъ служили извѣстный каменный уголь, бурый уголь и даже торфъ. Но скоро эти минеральныя масла, для добыванія которыхъ требовалось много издержекъ, встрѣтили сильную конкуренцію въ нефти, представляющей собою и въ сыромъ видѣ дешевый и годный для освѣщенія

продуктъ. Фракціонированная перегонка нефти дала возможность скоро выдѣлить изъ нея такія минеральныя масла, какъ керосинъ, который по своимъ свойствамъ болѣе всего подходилъ для цѣлей искусственнаго освѣщенія.

Прежнія масла изъ дегтя, каменнаго угля и другихъ веществъ были совершенно вытѣснены керосиномъ и забыты. Съ появленіемъ керосина необходимо было измѣнить и конструкцію лампъ, предназначенныхъ для этого матеріала. Предполагаютъ, что первую керосиновую лампу устроилъ Sellmann въ Сѣверной Америкѣ въ 1855 г. Съ тѣхъ поръ и до нашихъ дней она продолжала и продолжаетъ улучшаться. Главный недостатокъ этого освѣщенія есть копоть, которую при извѣстныхъ случаяхъ трудно избѣгнуть. Останавливаться подробнѣе на описаніи техническаго развитія керосинового освѣщенія я не считаю возможнымъ въ этомъ очеркѣ и поэтому перехожу къ газовому освѣщенію.

Наблюденіе, что нѣкоторые газообразныя вещества, вытекающія сами собою и въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ въ огромномъ количествѣ изъ нѣдръ земли, имѣютъ свойство воспламеняться и потому пригодны для отопленія и освѣщенія, безспорно сдѣлано уже очень давно. Вѣчные огни Баку такъ же какъ и персидскіе и китайскіе огненные колодцы были навѣрно извѣстны уже въ доисторическія времена, и почитались у древнихъ народовъ, какъ Божіе откровеніе. Англичанинъ William Murdoch изъ Родрутте въ Корнваллѣ былъ первымъ, сдѣлавшимъ попытку въ 1792 г. ввести въ дѣло освѣщенія каменно-угольный газъ. Еще за нѣсколько лѣтъ, а именно въ 1786 г. французскій инженеръ Lebon приготовилъ газъ для отопленія и освѣщенія путемъ перегонки дерева и его „Thermo“ лампа, горящая этимъ газомъ, въ 1800 г. возбудила большое удивленіе. Только весной 1802 года изобрѣтеніе Murdoch'a сдѣлалось общеизвѣстнымъ и благодаря ему дѣло освѣщенія подвинулось сразу далеко впередъ. Для уличнаго освѣщенія каменно-уголь-

ный газъ начали употреблять въ Лондонѣ въ 1815 г., въ Германіи (Берлинѣ) въ 1828 г., въ Вѣнѣ въ 1818 году. Съ введеніемъ газа въ качествѣ освѣтительнаго матеріала простыя горѣлки съ круглымъ или щелеобразнымъ отверстіемъ замѣнялись другими, дававшими и болшую силу свѣта, и лучше утилизовавшими матеріалъ и менѣе портившими воздухъ. Появилась аргантова горѣлка съ цилиндрическимъ пламенемъ и стекляннымъ цилиндромъ и различныя регенеративныя горѣлки съ сильной тягою и подогреваніемъ входящаго воздуха. Одно наиболѣе важное усовершенствованіе въ газовомъ освѣщеніи достигнуто было тѣмъ, что воспользовались не свѣтовымъ эффектомъ пламени, въ сущности говоря очень незначительнымъ, а дѣйствіемъ развиваемымъ при этомъ тепла на нѣкоторые минералы, доводя ихъ до бѣлаго каленія. Этотъ способъ освѣщенія, подъ названіемъ газо-калильнаго, оказался очень удачнымъ и составилъ болшую конкуренцію даже электрическому свѣту, начавшему было вытѣснять газовое освѣщеніе.

Газо-калильный свѣтъ былъ открытъ въ 1855 г. докторомъ Аугеомъ von Welsbach въ Вѣнѣ. Существенныя части этого освѣщенія суть: калильная сѣтка и горѣлка. Калильная сѣтка содержитъ окиси рѣдкихъ минераловъ: церія, торія, монацита, добываемыхъ въ Норвегіи. Теперь находятъ эти минералы и въ золотыхъ копяхъ Бразиліи, Австраліи и на Уралѣ. Существенно важныя части сѣтки суть: торій и церій, и почти всѣ калильныя сѣтки имѣютъ только эти минералы въ слѣдующихъ отношеніяхъ: 98—99% торія и 1—2% церія.

Ихъ азотнокислыя соли употребляются для напитыванія тюлевой ткани сѣтокъ, потомъ ихъ сушатъ и сжигаютъ до пепельнаго скелета въ газовомъ пламени при чемъ онѣ твердѣютъ. Не только торій, но и церій въ отдѣльности не даютъ годной калильной сѣтки, накаливаніе получается лишь тогда, когда взята смѣсь ихъ въ названныхъ отношеніяхъ.

Дѣйствіе столь небольшого количества церія при освѣщеніи газокалильнымъ свѣтомъ Бунте объясняетъ слѣдующимъ: уголь, магнезій, торій и церій имѣютъ при одинаковой температурѣ одинаковую силу лучей свѣта, но церій такъ же, какъ губчатая платина, имѣетъ свойство соединять кислородъ съ водородомъ уже при 350° , значить на 300° раньше, чѣмъ торій и другія тѣла. Торій долженъ нагрѣваться до 650° , чтобы воспламенить кислородъ и водородъ. — При тушеніи свѣта Ауэра и вытекания газа, послѣдній зажигается отъ довольно уже охлажденной калильной сѣтки. Церій, значить, производитъ быстрѣе соединеніе кислорода съ водородомъ и благодаря этому соединенію частицы церія накаляются до бѣла. Полагаютъ, что ихъ температура гораздо выше 2000° . Другія части сѣтки Ауэра не достигаютъ такой высокой температуры. Сильный эффектъ свѣта Ауэра зависитъ только отъ высокой температуры. Плотная масса церія не такъ скоро нагрѣвается какъ церій калильной сѣтки, потому что теплота должна распространяться на слишкомъ большую массу вещества. Чѣмъ меньше частица, чѣмъ больше относительная поверхность, тѣмъ сильнѣе жаръ. Окись торія исключительно поддерживаетъ и изолируетъ окись церія.

Свѣтъ каждой горѣлки Ауэра слабѣетъ отъ употребленія; вмѣстѣ съ числомъ часовъ горѣнія понижается количество свѣта. Это происходитъ отъ накопленія и сплавленія пыли. Горѣлка, сообщающая тепло газо-калильной сѣткѣ, есть измѣненная горѣлка Бунзена. Калильная сѣтка должна быть открытой сверху.

Свѣтъ Ауэра не коптитъ и имѣетъ большой блескъ.

Въ послѣдней четверти минувшаго столѣтія появилось электрическое освѣщеніе, которое по своему свѣтовому эффекту, удобству обращенія и доставкѣ потребителямъ, а равно и по гигиеническимъ соображеніямъ должно было, казалось, вытѣснить совершенно свѣтильный газъ. Это на

самомъ дѣлѣ не произошло лишь благодаря описаннымъ усовершенствованіямъ въ газовомъ освѣщеніи. Хотя среди всѣхъ другихъ способовъ искусственного освѣщенія электрическое являлось наиболѣе новѣйшимъ, тѣмъ не менѣе оно въ сравнительно короткое время уже достигло весьма большого совершенства. Какъ извѣстно, существуютъ два рода электрическаго освѣщенія посредствомъ дугового и калильного свѣта.

Первымъ наблюдателемъ дугового свѣта былъ Даву въ 1813 г.; онъ проводилъ токъ Вольтова столба въ 2000 паръ черезъ концы соприкасающихся другъ съ другомъ углей, а потомъ постепенно раздвигалъ ихъ. Между обоими углями образовалась въ формѣ непрерывнаго огненного тока блестящая огненная дуга. Точное изслѣдованіе этой свѣтовой дуги Дэви показало, что она состоитъ изъ углевыхъ частицъ, доведенныхъ силою электрическаго тока до бѣлаго каленія и проведенныхъ отъ положительнаго полюса угля къ отрицательному. Электро-калильный свѣтъ образуется введеніемъ въ круговой токъ проводника, дающаго большое сопротивленіе, какъ, напримѣръ, очень тонкая металлическая проволока или углевая нить. Но желѣзная проволока расплавляется на открытомъ воздухѣ и поэтому практическаго примѣненія въ этомъ видѣ не имѣетъ, а углевая нить сгораетъ. Jobard въ Брюсселѣ въ 1838 г. предложилъ заключить накаленное тѣло въ освобожденный отъ воздуха стеклянной шаръ, отдѣляя его этимъ отъ кислорода атмосферы, защищая его отъ сгорѣнія и сохраняя этимъ на болѣе продолжительное время. Для электрокалильного освѣщенія это было основнымъ открытіемъ. Первая электрокалильная лампочка была сдѣлана въ 1840 г. Grove'мъ, но она осталась безъ всякаго практическаго примѣненія до 1876 года, когда Эдиссонъ въ Менлю Паркъ близъ Нью-Йорка изобрѣлъ новую конструкцію лампъ, которая имѣла міровое значеніе для электро-калильного свѣта. Электричество, не смотря на ука-

занныя изобрѣтенія и связанныя съ ними усовершенствованія этого рода освѣщенія, встрѣтило довольно значительное препятствіе для своего распространенія въ газокалильномъ свѣтѣ. Но кромѣ того оно и въ настоящее время обходится дороже всѣхъ другихъ способовъ освѣщенія. Эти два обстоятельства способствуютъ и въ настоящее время разработкѣ другихъ способовъ освѣщенія и въ особенности примѣненію калильной сѣтки Ауэра къ различнымъ другимъ освѣтительнымъ матеріаламъ. Примѣненіе ея къ освѣщенію продуктами нефти, керосина и бензина, несмотря на многократныя попытки, не получило сколько-нибудь значительнаго распространенія. При всевозможныхъ измѣненіяхъ въ конструкціи домашнихъ керосиновыхъ лампъ, описывать которыя здѣсь было бы неумѣстно, не получалось достаточно полного накаливанія Ауэровской сѣтки. Бензинъ въ этомъ отношеніи использовался съ большимъ успѣхомъ и даетъ хорошій свѣтъ, но примѣненіе его въ виду нѣкоторыхъ другихъ обстоятельствъ (шума и опасность взрыва) очень ограничено.

Введенію спирта въ качествѣ освѣтительнаго матеріала посчастливилось значительно больше и въ послѣдніе десять лѣтъ спиртокалильный свѣтъ получилъ довольно значительное распространеніе и въ домашнемъ обиходѣ.

Необходимо замѣтить, что еще въ 1834 г. спиртъ въ смѣси съ скипидаромъ, подъ названіемъ свѣтящаго спирта, былъ примѣненъ для освѣщенія Lüdorsdorffомъ въ Берлинѣ въ устроенной имъ лампѣ. Еще нѣсколько лѣтъ тому назадъ конструкція спиртовыхъ лампъ была очень несовершенная и сильно мѣшала распространенію этого освѣщенія. Въ послѣднее время въ этомъ дѣлѣ замѣчается большой прогрессъ. Нѣмецкое сельско-хозяйственное общество устроило въ 1904 г. въ Данцигѣ по случаю подвижной выставки выставку призовъ за спиртовые лампы. Изъ результата главнаго испытанія спиртовыхъ лампъ можно, слѣдуя профессору

Dr. W. Wedding, взять слѣдующее: „Если состязаніе на получение наградъ за наилучшія спиртовые лампы и не имѣло полной удачи, то результаты его всетаки показываютъ общее состояніе въ этой области освѣтительной техники, даютъ дальнѣйшія важныя указанія въ какомъ направленіи слѣдуетъ продолжать работу, чтобы, какъ можно болѣе приблизиться къ назначенной цѣли. Спиртовые лампы въ отношеніи къ ихъ свѣтовой силѣ зависятъ отъ столькихъ факторовъ, что одна доброта спирта недостаточна. Также въ отношеніи расхода нѣтъ особеннаго различія. Оказалось, что при освѣщеніи спиртомъ, какъ и при другихъ источникахъ свѣта, относительные расходы тѣмъ менѣе, чѣмъ больше свѣтовая сила лампы. Относительно крѣпости спирта выяснилось, что въ общемъ можно обходиться 90° (по объему) спиртомъ, хотя при этомъ перемѣна фитилей потребуется чаще, чѣмъ при употребленіи 95° спирта. Время зажигания колеблется между 1 1/4 и 2 1/3 минуты. Относительно способа превращенія спирта въ газъ надо замѣтить, что новыя конструкціи отступили отъ первоначальнаго способа превращенія въ газъ при помощи особеннаго пламени. Теперь обыкновенно пользуются лучистой и проведенной теплотой пламени и калильной сѣтки для превращенія спирта въ газъ. У лампъ, назначенныхъ для внутренняго освѣщенія закрытыхъ помѣщеній, превращеніе спирта въ газъ въ общемъ происходитъ равномерно и безшумно. Что касается конструкціи горѣлокъ, то многіе фабрики требуютъ основательныхъ улучшеній въ смыслѣ устраненія слишкомъ легкой работы жестянныхъ дѣлъ мастеровъ. Мягкого припоя надо по возможности избѣгать или употреблять его только въ мѣстахъ, дѣйствительно хорошо защищенныхъ отъ болѣе сильнаго нагреванія. Также надо избѣгать винтовъ съ коническими концами, назначенныхъ для регулированія газообразования, такъ какъ вдѣтые въ сильно нагреваемыхъ мѣстахъ горѣлки, они становятся трудно подвижными, вслѣдствіе чего

такія лампы нельзя тушить безъ напряженія силъ. Вначалѣ для превращенія въ газъ въ калильные лампы наливается обыкновенно нѣкоторое количество спирта, для чего употребляется маленькій кувшинчикъ съ отмѣреннымъ количествомъ спирта или же спиртъ накачивается маленькимъ насосомъ изъ бассейна въ чашу. Насосъ при долгомъ употребленіи легко подвергается порчѣ. Такъ, напримѣръ, одинъ взмахъ поршня оказывается иногда недостаточнымъ, а нѣсколько взмаховъ приводили слишкомъ большое количество спирта въ чашу, что можетъ привести къ воспламененіямъ и сильнымъ нагреваніямъ. Съ другой стороны и употребленіе кувшинчика не слишкомъ удобно. Все таки на кувшинчикъ надо смотрѣть какъ на меньшее изъ двухъ золъ. При окончательномъ изслѣдованіи лампъ вниманіе должно было быть обращено на слѣдующіе десять вопросовъ: 1) сила свѣта въ отношеніи къ расходу спирта, 2) равномерность пламени, 3) безопасность въ отношеніи взрыва, 4) время зажигания, 5) простота конструкции, 6) удобство обращенія, 7) замѣна легко портящихся частей, 8) прочность, 9) стоимость и 10) безшумность горѣнія.

Между этими вопросами важнѣе всего были вопросы 5, 6, 7; за ними слѣдовали 3 и 10. Въ результатѣ эксперты пришли къ заключенію, что ни одна выставленная лампа не удовлетворяла въ полномъ размѣрѣ всѣмъ этимъ 10-ти пунктамъ требованій; но все таки нашли, что въ этой области можно замѣтить нѣкоторый успѣхъ, побуждающій къ дальнѣйшимъ работамъ.“

Изъ этого краткаго историческаго очерка развитія искусственнаго освѣщенія можно усмотрѣть, что въ видѣ свѣтильнаго газа и электричества мы обладаемъ въ настоящее время очень усовершенствованными источниками искусственнаго освѣщенія. Они вмѣстѣ съ тѣмъ являются, такъ сказать, и типичными для центрального освѣщенія. Для мѣстнаго освѣщенія, если такъ можно выразиться, техника сдѣлала также

много и далеко оставила за собою примитивные свѣтильники и свѣчи, примѣнивъ для цѣлей освѣщенія керосинъ, распространеніе котораго поистинѣ громадно; но керосиновое освѣщеніе сопряжено съ большими неудобствами, а примѣненіе къ нему газокалильной сѣтки не удалось. Выступая въ качествѣ конкурента керосину, спиртъ, благодаря возможности дать газокалильный свѣтъ, обѣщаетъ въ будущемъ получить большое распространеніе, хотя въ настоящее время конструкція лампъ оставляетъ желать многого. Въ виду этого съ гигиенической точки зрѣнія представляется весьма возможнымъ сдѣлать оцѣнку этого способа освѣщенія вообще, и въ частности всесторонне изслѣдовать предложенныя для этого горѣлки. Для выясненія этой задачи мною и принята настоящая работа, которая распадается на три существенные отдѣла:

1) техническій, 2) химическій и 3) физическій. Въ техническомъ отдѣлѣ описывается устройство различныхъ употребляющихся спиртовыхъ лампъ; химическій отдѣлъ обнимаетъ качественное и количественное опредѣленіе продуктовъ горѣнія; въ физическомъ отдѣлѣ слѣдуетъ изслѣдованіе свѣтовой силы, блеска свѣта и другихъ физическихъ явленій этого освѣщенія.

I. Технический отдѣлъ.

A. Общее описаніе горѣлокъ.

Переходя къ описанію примѣненныхъ мною при опытахъ 7 горѣлокъ, я долженъ прежде всего отмѣтить, что всѣ онѣ имѣютъ между собою много общаго благодаря тому, что

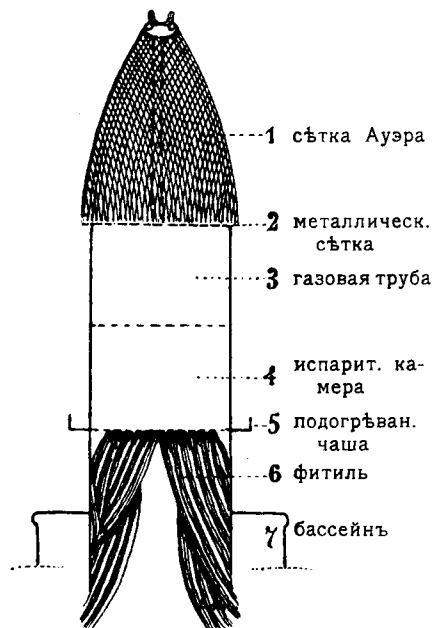


Рис. I.

Схематическій разрѣзъ горѣлокъ.

освѣщеніе спиртомъ происходитъ помощью накачиваниягазокалильнойсѣтки Ауэр'а, а это предполагаетъ предварительное превращеніе спирта въ газообразное состояніе; по этому, какой бы конструкціи горѣлки не были, въ нихъ должны быть слѣдующія главныя части, какъ видно изъ приложеннаго схематическаго изображенія: (рис. I) 1) фитиль (6), всасывающій спиртъ и проводящій его въ 2) испарительную камеру (4) 3) газовая труба съ металлической сѣткой (3 и 2),

по которой пары спирта проводятся къ 4) ауэровской калильной сѣткѣ (1). Для образованія горящихъ спиртовыхъ

паровъ необходимо предварительно нагрѣть данную спиртовую горѣлку. Достигается это слѣдующимъ образомъ. Отмѣренное количество спирта наливается на планшетку, расположенную вокругъ испарительной камеры и зажигается. Доставаемый же фитилемъ спиртъ въ испарительную камеру, такимъ путемъ разогрѣвается, обращается въ пары, которые проходятъ сначала въ газовую трубу, оттуда черезъ дырчатую металлическую пластинку въ сѣтку Ауэра, гдѣ и горятъ конусообразнымъ, не свѣтящимся пламенемъ, накачивая до бѣла сѣтку. Второстепенными частями каждой горѣлки являются: подставка съ штифтомъ для ношенія сѣтки, рѣшетка, черезъ которую устремляется воздухъ, фитильная трубка съ фитилемъ и сѣтка. Нѣкоторыя горѣлки устроятся съ насосомъ для накачивания спирта изъ общаго резервуара въ чашку, окружающую испарительную камеру. Въ другихъ спиртъ, необходимый для первоначальнаго разогрѣванія камеры, подливается изъ кувшинчика.

Кромѣ этихъ частей въ каждой горѣлкѣ имѣется еще и кранъ, закрывающій трубку, проводящую пары спирта изъ нагрѣвательной камеры. Для облегченія наполненія резервуара спиртомъ, приспособлены спеціальныя отверстія, что предотвращаетъ порчу стекла и ауэровской сѣтки, или привинчивается особое кольцо къ резервуару, въ которомъ имѣется отверстіе для наливаанія спирта. Относительно наполненія резервуара спиртомъ слѣдуетъ отмѣтить, что послѣдній вливается въ резервуаръ, оставляя до краевъ свободное пространство приблизительно въ 4—5 сантим., чтобы избѣжать взрыва. Что касается сѣтки, то ее слѣдуетъ одѣвать съ осторожностью, чтобы не примять ее, и при этомъ надо стараться, чтобы асбестовый крючекъ попалъ въ вилку штифта. Новая сѣтка обыкновенно покрыта коллодіемъ, который при первомъ зажиганіи сгораетъ и оставляетъ скелетъ окиси металловъ торія и церія.

Существуют особенныя сѣтки для каждой спиртовой горѣлки въ отдѣльности, но онѣ рѣшительно ничѣмъ не отличаются отъ сѣтокъ, примѣняющихся для газокалильнаго свѣта, въ чемъ я могъ въ продолженіи моей работы вполне убѣдиться, и такимъ образомъ являются лишь рекламою различныхъ фабрикантовъ. Что касается устройства сѣтокъ, то нужно предпочитать сѣтки съ маленькими отверстиями, такъ какъ здѣсь соли торія и церія лучше распределены и такимъ образомъ способствуютъ полному раскаливанію сѣтки.

Для спирто-калильныхъ горѣлокъ примѣняются большею частью прямые цилиндры, которые покрываются колпачкомъ изъ алюминія для защиты отъ пыли. При горѣніи ни копоти, ни нагара на стеклѣ не образуется, такъ что чистка ихъ производится весьма рѣдко. Относительно фитиля можно сказать, что онъ со временемъ уменьшаетъ силу свѣта вслѣдствіе засоренія его. Въ такомъ случаѣ слѣдуетъ его замѣнить новымъ. Это производится у всѣхъ горѣлокъ, кромѣ „Фронтбренера“, слѣдующимъ образомъ: вытаскиваютъ засорившійся фитиль, затѣмъ располагаютъ мѣдную пластинку, находящуюся внутри, такъ, чтобы вогнутая сторона ея приходилась противъ трубки, насквозь пересекающей испарительную камеру, и насколько возможно вталкиваютъ рукою новый фитиль; пластинкѣ даютъ упереться и горѣлка нажимается такъ, что при этомъ фитиль долженъ достигать своею верхушкою крышки испарительной камеры.

Б. Частное описаніе горѣлокъ.

1) „Денайруза“ (Denayrouse) (рис. II). Изъ всѣхъ спиртовыхъ горѣлокъ самой сложной по конструкціи является горѣлка „Денайруза“ (рис. III). Она состоитъ изъ малой горѣлки Бунзена а), насаженной надъ отверстіемъ инжектора б). При этомъ она расположена такъ, что маленькія

отверстія горѣлки находятся внизу. На верхней части горѣлки имѣется мѣдный колпачекъ съ сѣткой в), подъ нимъ

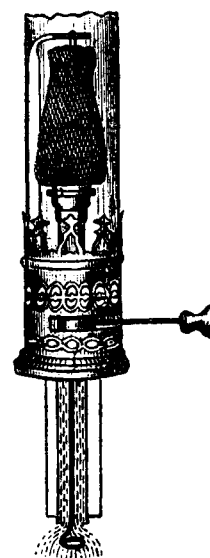


Рис. II.
Горѣлка Денайруза.

вставлена втулка, имѣющая сверху форму звѣзды г). Эта втулка вдвигается до закраины горѣлки Бунзена. Иногда слышенъ при горѣніи незначительный шумъ, который можно уменьшить, вставивъ вмѣсто звѣздообразной втулки, втулку съ мѣдной сѣткой. Горѣлка Бунзена устанавливается на инжекторъ такимъ образомъ, чтобы продольное ребро д) мѣднаго колпачка съ сѣткой совпадало съ выгибомъ е) въ кольцѣ, на которое опирается горѣлка; при этомъ нижній

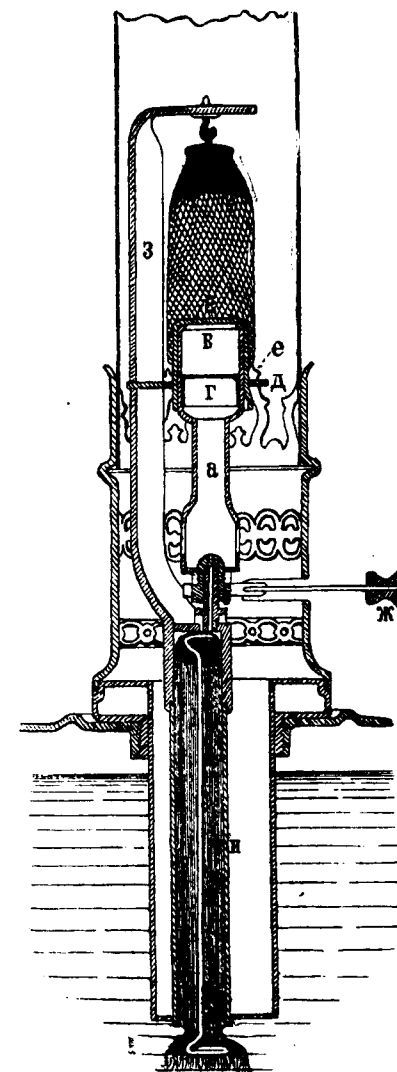


Рис. III.
Разрѣзъ горѣлки Денайрузы.

конецъ горѣлки долженъ плотно сидѣть надъ отверстіемъ инжектора. Чистить инжекторъ можно двоякимъ образомъ, или вынуть фитиль и) и при помощи тонкой проволоки прочистить трубочку инжектора, проведя проволоку черезъ фитильную трубку, или же вывернуть самую трубочку инжектора, предварительно отвинтивъ извѣстную гайку и головку инжектора. Это дѣлается особымъ ключемъ или плоскогубцами. Первый способъ гораздо проще и легче. Устанавливать рѣшетку надо такъ, чтобы штифтъ, прикрѣпленный сбоку горѣлки, входилъ въ трубочку внутри рѣшетки. Это дѣлается для удержанія горѣлки въ неподвижномъ положеніи послѣ ввинчиванія ручки регулятора.

Наливаніе спирта въ лампу производится черезъ отверстіе на верхнемъ краю резервуара. Отверстіе это закрывается при помощи винтовой пробки. Употребляя совершенно новую лампу необходимо минутъ за 20—30 до зажигания налить въ резервуаръ спиртъ, чтобы дать возможность фитилю пропитаться имъ. Можно и немедленно зажечь лампу, обмакнувъ до вставленія въ трубку верхній конецъ фитиля въ спиртъ. Установка сѣтки въ виду сложнаго устройства этой горѣлки, требуетъ здѣсь большаго вниманія, чѣмъ у другихъ горѣлокъ и поэтому я опишу ее нѣсколькими словами: сѣтку подвѣшиваютъ къ крючку, затѣмъ въ косомъ положеніи наводятъ ее нижнимъ концомъ на горѣлку, а суженная часть крючка пропускается въ вырѣзъ подвѣски и слѣдятъ, чтобы верхняя широкая часть крючка дошла до имѣющагося на верху подвѣски углубленія. Установивъ такимъ образомъ сѣтку, къ нижнему концу ея подводится зажженная спичка и сѣтка такимъ образомъ прожигается. Слишкомъ длинныя сѣтки снизу подрѣзываются; это дѣлается конечно до обжиганія.

Сдѣлавъ все это приступаютъ къ зажиганію горѣлки. Соответствующая ручка поворачивается слѣва направо, чтобы спиртовымъ парамъ дать выходъ черезъ инжекторъ.

Затѣмъ берется зажигатель, пропитанный спиртомъ, вставляется въ соответствующія отверстія въ горѣлкѣ и зажигается спичкою (рис. IV). Можно также сначала зажечь зажигатель, а затѣмъ уже ввести его въ отверстія. Приблизительно черезъ 1 минуту горѣлка разгорается, зажигатель вынимается, тушится и по охлажденіи кладется обратно въ предназначенный для него сосудъ со спиртомъ. Зажигатель можно также оставить въ отверстіи, такъ какъ это обстоятельство не уменьшаетъ силу свѣта. Случается, что стекла трескаются при зажиганіи. Во избѣжаніе этого кладутъ стекло вмѣстѣ съ соломенными чехлами въ холодную воду и медленно нагреваютъ до кипѣнія воды, затѣмъ не вынимая ихъ даютъ водѣ медленно охладиться до комнатной t° , и черезъ нѣсколько минутъ вынимаютъ. Этимъ способомъ устраняется возможность лопанія стеколъ. Если на стеклѣ замѣтна влага, то передъ зажиганіемъ слѣдуетъ снять его и высушить надъ пламенемъ, этимъ устраняется чувствительность стекла къ быстрымъ переѣнамъ температуры. Тушеніе лампы производится поворачиваніемъ ручки справа налево (рис. III — ж.). Что касается фитиля, то черезъ нѣкоторое время онъ можетъ засориться, отчего сила свѣта уменьшается; поэтому время отъ времени требуется чистка фитиля или переѣна его на новый. Переѣна фитиля у „Денайрузы“ дѣлается слѣдующимъ образомъ: горѣлку отвинчиваютъ и вытаскиваютъ фитиль за нижній конецъ изъ трубки. Вставленіе новаго фитиля достигается

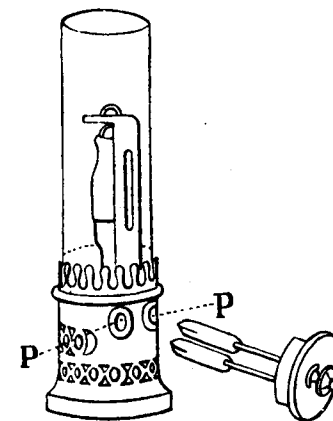


Рис. IV.

Способъ зажиганія „Денайрузы“.

равномѣрнымъ введеніемъ его въ трубку до самаго дна ея. Добавлю еще, что при заправленіи въ трубку новаго фитиля слѣдуетъ обратить вниманіе на то, чтобы концы его не были повреждены, чтобы онъ не завертывался въ спираль и чтобы доходилъ до самаго дна трубки. Затѣмъ горѣлка обратно ввинчивается въ резервуаръ, фитиль минутъ черезъ 15—20 пропитывается спиртомъ и лампа снова готова для употребленія. При нахожденіи на стѣнкахъ осадковъ, образующихся отъ различныхъ примѣсей спирта въ фитильной трубѣ, слѣдуетъ предварительно высушить ее и прочистить металлической щеткой. Фитиль же промывается спиртомъ или растворомъ соды, высушивается и снова примѣняется.

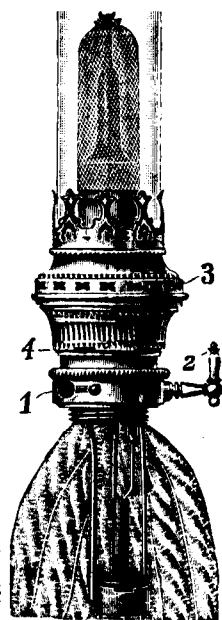


Рис. V.
Горѣлка „S finale.“

2) Горѣлка „S“ 14''' большая („S finale“ 14''') (рис. V). Эта горѣлка не представляет собою сложнаго устройства. Она состоитъ изъ насоса (2), рѣшетки (4), подставки со

штифтомъ, газовой трубы, испарительной камеры и фитильной трубки. Для зажиганія въ самой широкой части ея имѣются прямоугольныя отверстія (3), въ одно изъ которыхъ вводится зажженная спичка, послѣ предварительнаго накачиванія соотвѣтствующаго количества спирта. Эта горѣлка является представительницею горѣлокъ съ притокомъ воздуха и съ постепенно разогрѣвающейся камерой. Недостаткомъ ея служить то обстоятельство, что невозможно точно регулировать притокъ спиртоваго газа.

3) Горѣлка „S“ маленькая 10''' (S finale 10''') (рис. V) представляет собою такую же конструкцію, какъ S finale 14''', но недостатокъ, состоящій въ невозможности точно регулировать притокъ спиртоваго газа, здѣсь не такъ сильно замѣчается.

4) Горѣлка „Штобвассеръ“ изъ Берлина (Stobwasser) (рис. VI). По устройству горѣлка „Штобвассеръ“ весьма похожа на горѣлку „S“. Отличительною особенностью ея является то, что здѣсь вмѣсто рычага имѣется винтикъ какъ у обыкновенной керосиновой лампы. Этотъ винтикъ служитъ для подкачиванія спирта и одновременно для открытія притока спиртоваго газа. Не смотря на отсутствіе приспособленія для регулированія пламени, резервуаръ лампочки только слабо разогрѣвается.

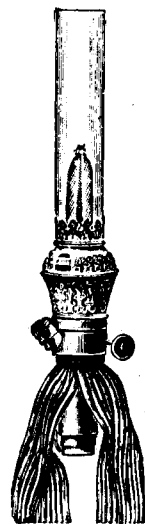


Рис. VI.
Горѣлка Штобвассеръ.

5) Горѣлка „Рустикусъ“ (Rusticus) (рис. VII). Составными частями горѣлки „Рустикусъ“ являются: испарительная камера, газовая труба, подставка со штифтомъ, рѣшетка, фитильная трубка съ фитилемъ, сѣтка, стекло и отдѣльно устроенный насосъ (3). Прежде чѣмъ зажечь ее, надо нажать на кнопку (2), чтобы дать возможность проникнуть небольшому количеству спирта на планшетку горѣлки. Винтикъ (1), служащій для регулированія пламени поворачивается налѣво, и затѣмъ уже въ соотвѣтствующее отверстіе (4) вводится зажигатель, спиртъ воспламеняется и начинаетъ выдѣлять газъ, который проникаетъ въ сѣтку и черезъ 1—1½

минуты накаливаетъ ее. Чтобы потушить лампу, слѣдуетъ повернуть винтикъ вправо. Если фитиль со временемъ испортится, то слѣдуетъ его переменить, что производится описанными раньше способами. Чтобы не снимать сѣтки и стекла при наполненіи резервуара спиртомъ, въ верхней части резервуара для этой цѣли имѣется особое отверстіе,

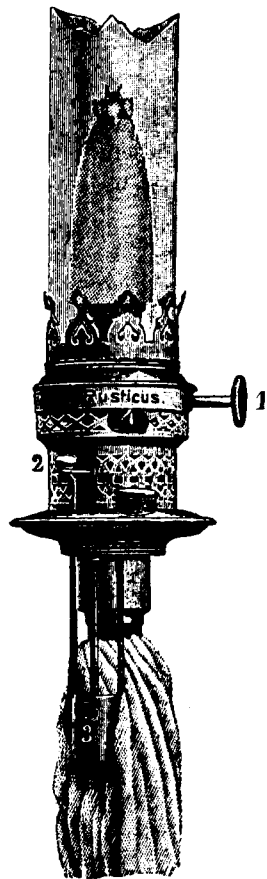


Рис. VII.
Горѣлка Рустикусъ.

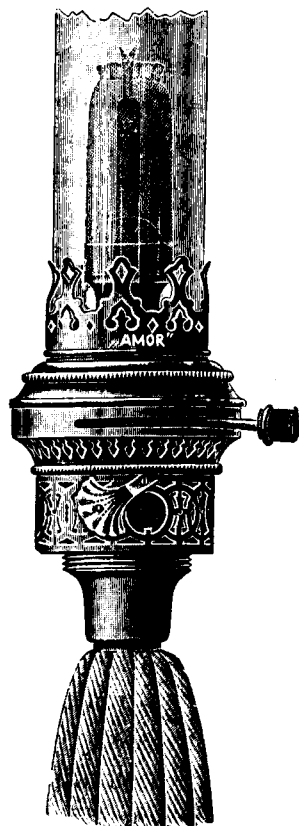


Рис. VIII.
Горѣлка Аморъ.

ввинчиваемое пробкой. Горѣлка „Рустикусъ“ можетъ служить представительницей горѣлокъ, въ которыхъ имѣется сложная испарительная камера, приспособленіе для регуляціи

пламени и постоянная температура испарительной камеры. Относительно подкачиванія спирта на планшетку слѣдуетъ замѣтить, что часто приходится два раза нажимать на кнопку, чтобы подкачать необходимое для нагрѣванія камеры количество спирта.

6) Горѣлка „Аморъ“ (Amor) (рис. VIII). По конструкціи и способу употребленія горѣлка „Аморъ“ почти ничѣмъ не отличается отъ горѣлки „Рустикусъ“. Чтобы зажечь ее необходимо открыть отверстіе, повернувъ рычажокъ направо; въ это отверстіе вливается кувшинчикомъ опредѣленное ко-

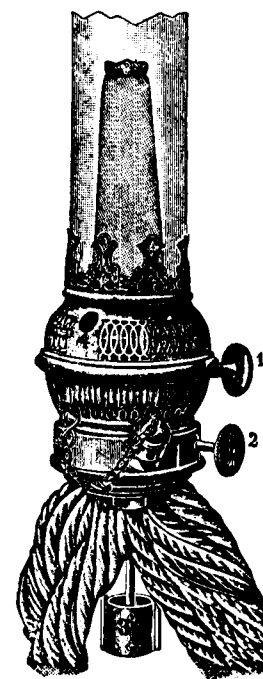


Рис. IX.
Горѣлка Фронтбреннеръ.

личество спирта; послѣдній зажигаютъ введеніемъ въ отверстіе зажженной спички, а къ концу сгоранія спирта сѣтка уже накаливается. Эта горѣлка отличается отъ горѣлки

„Рустикусъ“, слѣдовательно, во первыхъ, тѣмъ, что у нея отсутствуетъ насосъ, а спиртъ, необходимый для нагрѣванія испарительной камеры, приливаютъ кувшинчикомъ, а во вторыхъ тѣмъ, что здѣсь вмѣсто винтика имѣется рычажокъ,

7) Горѣлка „Фронтбреннеръ“ (Frontbrenner) (рис. IX). По своей конструкціи похожа на горѣлку „Рустикусъ“: имѣетъ всѣ части, перечисленныя при горѣлкѣ „Рустикусъ“, а у насоса (2), накачивающаго спиртъ на планшетку, пуговка для нажатія замѣнена винтикомъ, который слѣдуетъ вертѣть налѣво до остановки, а затѣмъ направо для подкачиванія спирта; одновременно слѣдуетъ поворачивать второй винтикъ (1), служащій для регулированія пламени, налѣво. Тогда вводятъ зажженную спичку въ особенное отверстіе, (4), зажигаютъ такимъ образомъ спиртъ, находящійся на планшеткѣ и даютъ выйти образуемому спиртовому газу. Спиртовые пары воспламеняются и накачиваютъ сѣтку. Горѣлка „Фронтбреннеръ“ служитъ представительницей горѣлокъ со сложной испарительной камерой, имѣетъ приспособленіе для регуляціи пламени и постоянной температуры испарительной камеры. Къ сожалѣнію приходится накачивать и два раза спиртъ на планшетку, потому что часто съ одного раза образованіе спиртового газа не происходитъ. Что касается перемѣны фитиля, то слѣдуетъ отдѣльныя его части вытаскивать изъ трубки, а новыя также въ видѣ отдѣльныхъ частей вставлять въ назначенныя для нихъ трубки, что однако, при этой горѣлкѣ составляетъ нѣкоторое неудобство.

Окончивъ общее и частное описаніе конструкціи изслѣдованныхъ мною горѣлокъ, я полагалъ бы нелишнимъ здѣсь дать имъ оцѣнку со стороны технической, насколько она касается ихъ конструкціи и связанныхъ съ нею хорошихъ и дурныхъ сторонъ.

Изъ всѣхъ употребленныхъ мною горѣлокъ, „Денайруза“ больше другихъ по устройству оправдала возлагае-

мая на нихъ требованія. Всѣ части ея довольно легко разбираются и кромѣ того устроены цѣлесообразно. Чистка является простою, и по вычищеніи горѣлка даетъ опять хорошій свѣтъ. Испареніе спирта происходитъ при постоянной температурѣ, при чемъ, благодаря большой тягѣ воздуха, притокъ кислорода больше, чѣмъ у другихъ горѣлокъ. Вслѣдствіе этого сѣтка вся накаливается и даетъ ровный свѣтъ. Полное накаливаніе сѣтки здѣсь дольше простирается, чѣмъ у всякой другой изъ горѣлокъ, что даетъ ей большее преимущество передъ ними. Зажиганіе, хотя происходитъ и медленно, но зато совсѣмъ безопасно и во все время горѣнія бассейна лампы нисколько не нагрѣвается. Неудобствомъ является зажигатель, затѣмъ шумъ, который она производитъ при горѣніи, и наконецъ толстый стержень, на которомъ виситъ сѣтка. Этотъ стержень мѣшаетъ равномерному распредѣленію свѣта во всѣ стороны, отчего эта горѣлка хуже для столового освѣщенія, а больше пригодна для стѣннаго. „Рустикусъ“ и „Фронтбреннеръ“ легко регулируются, но благодаря сложности испарительной камеры, перестаютъ черезъ нѣсколько мѣсяцевъ давать полный свѣтъ. Чистить ихъ очень трудно и послѣ чистки свѣтъ уже не достигается въ полномъ размѣрѣ. Зато онѣ горятъ почти безшумно, распредѣляютъ свѣтъ равномерно, зажигаются и горятъ безопасно. Равномерное, полное до верха накаливаніе сѣтки, я наблюдалъ только въ первыхъ мѣсяцахъ ихъ употребленія.

Какъ у „Рустикусъ“ такъ и у „Фронтбреннеръ“ насосы, хотя по конструкціи отличаются другъ отъ друга, однимъ разомъ не всегда подкачиваютъ надлежащее количество спирта на подогревательную чашку, но приходится вторично подкачивать спиртъ, что конечно, представляетъ нѣкоторое неудобство. Часто въ такомъ случаѣ уже вторичнымъ подкачиваніемъ появляется у „Фронтбреннера“ избытокъ спирта и тогда съ планшетки воспламененный

спиртъ подымается высокимъ огненнымъ столбомъ изъ цилиндра.

Обращеніе съ горѣлками „S finale 14“ и „S finale 10“ очень просто, но ихъ испарительныя камеры совсѣмъ не развинчиваются и оттого чистка камеры невозможна. Расходъ спирта у большой горѣлки „S finale 14“ большой, и при сильной тягѣ воздуха, горѣлка все больше и больше нагревается, при чемъ нагревается и бассейнъ лампы и такимъ образомъ можетъ вызвать возгораніе спирта въ немъ. Преимущество этихъ горѣлокъ состоитъ въ безопасномъ зажиганіи и безшумномъ горѣніи, медленномъ засореніи горѣлокъ и въ яркомъ и равномерномъ распредѣленіи свѣта.

„Штобвассеръ“, который по устройству горѣлки почти совсѣмъ не отличается отъ горѣлокъ „S“ и не регулируется, почти не имѣетъ главнѣйшихъ ихъ недостатковъ: нагреваніе бассейна и засореніе камеры бывають лишь въ умѣренной степени. Это обстоятельство зависитъ отъ лучшей изоляціи испарительной камеры отъ бассейна. Здѣсь наблюдается болѣе длинный промежутокъ между камерой и бассейномъ. Расходъ спирта также экономнѣе, свѣтъ такой же яркій, накаливаніе сѣтки полное и горѣніе происходитъ безъ шума. Остается еще сказать о горѣлкѣ „Аморъ“. Камера ея довольно легко разбирается и чистится, засореніе слабое, накаливаніе сѣтки полное и горитъ безъ всякаго шума. Неудобствомъ здѣсь является подливаніе спирта и зажиганіе посредствомъ подливанія спирта изъ кувшинчика на планшетку. Резюмируя все сказанное, я долженъ замѣтить, что спиртовые горѣлки, изслѣдованныя мною, не удовлетворяють вполне всѣмъ требованіямъ, представляемымъ къ конструкции хорошихъ горѣлокъ, но всетаки являются довольно усовершенствованными горѣлками. По техническимъ достоинствамъ, можно ихъ расположить въ слѣдующемъ

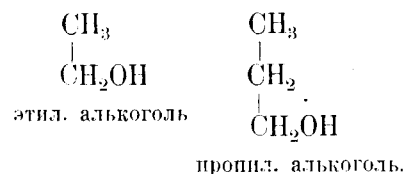
порядкѣ: 1) „Денайруза“, 2) „Аморъ“, 3) „Штобвассеръ“, 4) „S finale“, 5) „Рустикусъ“, 6) „Фронтбреннеръ“.

Общіе недостатки горѣлокъ: медленное и неудобное зажиганіе отъ $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{3}{4}$ минуты, затруднительная перемѣна фитилей и небольшой запахъ при зажиганіи и тушеніи лампъ.

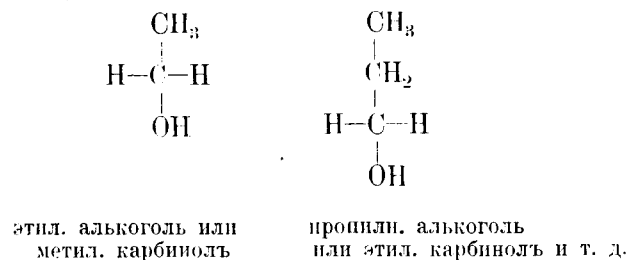
Спиртъ, какъ матеріалъ для освѣщенія.

Подъ алкоголемъ подразумѣваютъ большую группу органическихъ соединений, которыя разсматриваются, или какъ оксигидраты, или какъ гидроксильныя соединения органическихъ радикаловъ. Различаютъ одно-, дву- и т. д. атомныя спирты въ зависимости отъ того, представляютъ ли они собою гидроксильныя соединения одно-, дву-, и т. д. атомныхъ радикаловъ. Одноатомные спирты по строенію соотвѣтствуютъ общей формулѣ $C_nH_{2n+2}O$ или $C_nH_{2n+1}OH$.

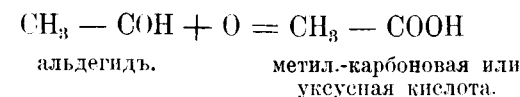
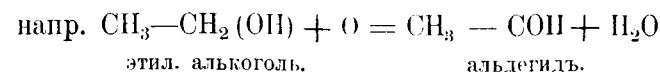
Гидроксильная группа въ нихъ присоединяется къ атому углерода, который связанъ еще съ однимъ (только) атомомъ углерода, напр.,



Вслѣдствіе этого ихъ можно разсматривать какъ метильный спиртъ или карбинолъ: CH_3OH , въ которомъ атомъ водорода замѣщенъ одноатомнымъ спиртовымъ радикаломъ напр.:



Характернымъ для одноатомныхъ спиртовъ является ихъ измѣненіе при окисленіи. Присоединяя одинъ атомъ кислорода они черезъ отщепленіе двухъ атомовъ водорода превращаются въ альдегиды, а послѣдніе, присоединяя еще одинъ атомъ кислорода, превращаются въ одноосновныя карбоновыя кислоты; какъ тѣ, такъ и другія содержатъ одинаковое число углеродныхъ атомовъ, какъ и подвергнутый окисленію спиртъ.



Одноатомная группа CH_2-OH переходитъ при этомъ въ альдегидовую группу COH , а послѣдняя при дальнѣйшемъ дѣйствіи кислорода — въ карбоксильную группу — $CO-OH$.

Представителемъ группы первичныхъ спиртовъ является метил.-спиртъ, называемый также карбиноломъ (CH_3OH). Если въ метиловомъ радикалѣ CH_3 — водородный атомъ замѣщается вторымъ метил.-радикаломъ, то образуется новый радикалъ CH_2CH_3 — этилъ C_2H_5 —; этотъ послѣдній при соединеніи съ гидроксильной группой образуетъ этил. спиртъ или метилъ карбинолъ C_2H_5OH , CH_3-CH_2OH .

Послѣдовательнымъ замѣщеніемъ метилов. радикала на мѣсто водороднаго атома получается цѣлый рядъ радикаловъ, высшій членъ котораго содержитъ 31 углеродныхъ атома. Если обозначить одноатомные радикалы черезъ R, то можно всей группѣ сюда принадлежащихъ спиртовъ дать общую формулу $CH_2(R)OH$.

Изъ гомологовъ метил. спирта я приму въ расчетъ только этил. спиртъ, такъ какъ онъ одинъ имѣетъ прямое отношеніе къ моему работѣ.

Этил. спиртъ. Спиртъ C_2H_6O или CH_3CH_2OH .

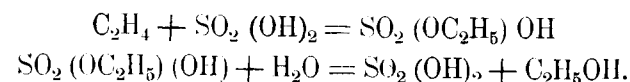
Историческія данныя ¹⁾. Знакомство съ алкогольными жидкостями относится къ глубокой древности. Старѣйшія историческія рукописи упоминаютъ о винѣ и его употребленіи. Пиво, приготовленное изъ зерноваго хлѣба, было извѣстно древнимъ египтянамъ. Вскорѣ, послѣ открытія александрійскими учеными аппарата для перегонки, стали перегонять и вино и уже въ VIII столѣтіи Маркъ Грекъ описалъ приготовленіе Aq. ardens посредствомъ перегонки вина. Увеличеніе крѣпости вина неоднократной перегонкой и отдѣленіе жидкихъ частей описали сначала Raymond Lullius, а затѣмъ Basilius Valentinus. Совершенно безводный алкоголь былъ однако полученъ Lovitz'емъ только въ 1796 г. неоднократной ректификаціей надъ обезвоженнымъ углекислымъ калиемъ, и одновременно Richter'омъ при помощи безводнаго хлористаго кальція. Относительно открытія винокурения ничего опредѣленнаго нельзя сказать. Первая книга, въ которой оно было описано, относится уже къ 1483 году, и носитъ названіе: „Verzeichnis der ausgebrannten Wässer.“ Авторомъ ея былъ доктр. м-ны Michael Schrick. Картофельное винокурение было впервые описано въ книгѣ д-ра Joh. Joachim Bacher'a: „Närrische Weisheit und weise Narrheit, oder 100 so politische als physikalische, mechanische und merkantilische Concepten und Propositionen.“ Только съ 1840 года винокурение стало все болѣе и болѣе совершенствоваться вслѣдствіе широко распространившагося примѣненія этого сырого матеріала. Общеупотребительное теперь названіе (этимологически почти ничего не обозначающее) „алкоголь“ относится къ XVI столѣтію. Лавуазье въ 1787 г. принялъ, что „главными“ составными частями алкоголя являются: углеродъ, водородъ и кислородъ. Количественное отношеніе этихъ составныхъ частей опредѣлилъ впервые

1) Muspratt, technische Chemie. 1888.

Theodore de Saussure въ 1814 году. Нахожденіе и образованіе. ¹⁾ Въ готовомъ видѣ алкоголь въ природѣ не встрѣчается. Если наблюденія Müntz'a ²⁾, по которымъ атмосферный воздухъ, дождевая вода и земная кора содержатъ алкоголь, подтверждаются, то это явленіе безспорно не первичное, а вторичное.

Алкоголь получается слѣдующимъ образомъ: Синтезъ алкоголя:

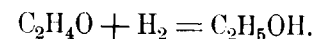
а) Если этиленъ подвергнуть поглощенію концентрированной сѣрной кислотой, то происходитъ этил.-сѣрная кислота, которая при смѣшеніи съ водой и при нагреваніи распадается на алкоголь и сѣрную кислоту (Berthelot) ³⁾,



Думали воспользоваться этимъ синтезомъ въ техническомъ отношеніи, но при этомъ выяснилось, что расходы по приготовленію этилена превышаютъ стоимость образующагося такимъ образомъ спирта.

б) Присоединеніе водорода съ альдегидомъ.

Если соединить водный растворъ ацетальдегида съ амальгамой натрія, то образующійся отъ расщепленія воды водородъ, соединяется въ моментъ выдѣленія съ альдегидомъ, который превращается въ этил. алкоголь (Würtlz) ⁴⁾:



Водородъ, образующійся изъ цинка и кислотъ, относится къ альдегиду индифферентно. Этотъ способъ, по выше указанной причинѣ, также не пришелъ въ общее употребленіе.

1) Muspratt, technische Chemie, 1888.

2) Jahresb. d. Chem. 1881, 1284. Compt. rend. 92, 499.

3) Jahresb. d. Chem. 1855, 602.

4) Ann. Chemie 123, 140.

е) Броженіемъ.

Многіе виды сахара дѣйствіемъ ферментовъ расщепляются, при чемъ главными продуктами расщепленія являются алкоголь и угольная кислота. Изъ видовъ сахара, легче всего подвергающихся алкогольному броженію, упомянемъ слѣдующіе: мальтоза, декстроза, левулоза. Дѣйствующимъ ферментомъ броженія является организмъ дрожжи, *Saccharomyces*.

Свойства алкоголя. Абсолютный алкоголь — это свѣтлая какъ вода, очень подвижная жидкость, почти безъ запаха, жгучаго вкуса. Уд. вѣсъ этил. алкоголя равняется по Fownes'у 0,7938 при 15,5° С. (вода при 15,5° С. = 1), по Squibb'у 0,79326 при 15° С. (вода при + 4° С. = 1), по Гей Люссаку — 0,7947 при 15° С. (вода при 15° С. = 1). Уд. вѣсъ въ парообразномъ состояніи при 100° С. былъ полученъ 1,599 (воздухъ = 1). Подъ нормальнымъ давленіемъ чистый этилов. алкоголь кипитъ при 78,4° С. При — 100° С. онъ еще не затвердѣваетъ, но становится густымъ; при — 129° С. образуется вязкая жидкость, которая при — 130,5° С. затвердѣваетъ въ бѣлую массу. Этиловый спиртъ (абсолютный) обладаетъ значительнымъ сродствомъ къ водѣ. Съ водой онъ смѣшивается во всякомъ количественномъ отношеніи; при этомъ происходитъ образованіе теплоты и сокращеніе объема (контракція). Максимальное сокращеніе объема при смѣшеніи алкоголя съ водой отвѣчаетъ составу смѣси $C_2H_6O + 3H_2O$ (49,836 объемовъ воды и 53,939 объемовъ спирта при 0° даютъ 100,0 объемовъ вмѣсто 103,775 об.)¹⁾

Опредѣленіе содержанія спирта производится на основаніи удѣльнаго вѣса²⁾. Въ технику для этой цѣли употребляются ареометры Траллеса и Рихтера. Оба вида представляютъ собою процентные ареометры. Разница въ ихъ

1) Mendelejeff, Z. 1865, 262.

2) Р. Вагнеръ и Фишеръ, химич. технологія. 1902 г.

показаніяхъ зависятъ отъ того, что ареометръ Траллеса показываетъ объемные проценты, ареометръ Рихтера вѣсовые. Точки кипѣнія смѣсей алкоголя съ водой находятся между 78,4 — 100° С. Кислородъ или атмосферный воздухъ непосредственно на алкоголь не дѣйствуютъ. Всѣ вещества, легко отдающія кислородъ, дѣйствуютъ болѣе или менѣе энергично на алкоголь. Хромовая кислота нагревается при этомъ до воспламененія и полного сгоранія алкоголя. Азотная кислота даетъ азотисто-кислый эфиръ (C_2H_5ONO) и продукты окисленія — муравьиную кислоту, уксусную кислоту, щавелевую кислоту и т. д.¹⁾ Къ послѣднему вопросу я еще разъ вернусь. Безводнымъ алкоголемъ пользуются въ весьма ограниченномъ количествѣ, преимущественно для научныхъ цѣлей. Напротивъ, въ смѣси съ водою онъ имѣетъ весьма распространенное и разностороннее примѣненіе; между прочимъ алкоголь примѣняется и какъ горючій матеріалъ. Для послѣдней цѣли алкоголь примѣняется въ денатурированномъ видѣ, о которомъ ниже говорится.

Для поднятія спиртоваго производства въ нѣкоторыхъ странахъ были сдѣланы попытки воспользоваться спиртомъ въ качествѣ матеріала для освѣщенія и горѣнія, но такъ какъ правительства для алкоголя, какъ напитка, установили извѣстный акцизъ, то надо было найти способъ, который сдѣлалъ бы его непригоднымъ для употребленія въ качествѣ напитка, но пригоднымъ для освѣщенія и горѣнія. Болѣе всѣхъ государствъ потрудились надъ этимъ вопросомъ Германія и Россія и труды ихъ въ этой области остались не безъ успѣха, хотя этотъ вопросъ и не разрѣшенъ окончательно. Постараюсь описать короткими словами результаты работъ для полученія преміи, назначенной русскимъ

1) Muspratt, technische Chemie. 1888.

министерствомъ финансовъ за открытіе способа денатуризації спирта въ Россіи¹⁾. Въ іюнѣ 1903 года министерство финансовъ назначило премію въ 50000 руб. за способъ денатуризації спирта; для полученія этой преміи могли представить свои работы какъ русскіе такъ и иностранные подданные. При этомъ между прочимъ были поставлены слѣдующія требованія: 1) денатурированный спиртъ долженъ быть сдѣланъ при помощи какого либо средства негоднымъ для питья; 2) выдѣлываніе вина изъ денатурированного спирта должно быть сдѣлано невозможнымъ; 3) денатурированный спиртъ не долженъ подъ вліяніемъ примѣсей, сдѣлавшихъ его негоднымъ для питья, стать непригоднымъ для техническихъ цѣлей и для горѣнія; 4) денатурирующее средство не должно быть ядовитымъ и т. д.

Къ назначенному сроку, именно 1 іюля 1905 года въ министерство финансовъ было представлено 76 работъ и 1 образецъ безъ заявленія. Для разсмотрѣнія представленныхъ работъ при министерствѣ финансовъ была образована особая коммиссія. По порученію коммиссіи приготовленные образцы для денатуризації спирта были подвергнуты изслѣдованію въ химическихъ лабораторіяхъ министерства финансовъ въ Петербургѣ, Москвѣ и Одессѣ, при чемъ каждая изъ названныхъ лабораторій изслѣдовала всѣ образцы денатуризації. Судьи, назначенные для присужденія преміи, испытывали анализы трехъ названныхъ лабораторій, а также и работы, представленные безъ образцовъ и, на основаніи полученныхъ результатовъ, рѣшили вообще никому эту премію не присуждать, такъ какъ ни одинъ изъ представленныхъ способовъ денатуризації не соответствовалъ вполнѣ предъявленнымъ требованіямъ. Рѣшеніе коммиссіи было утверждено 25-го ноября 1906 года министерствомъ финансовъ²⁾ Вскорѣ послѣ этого, сознавая громадное значеніе спиртовой

1) Zeitschrift f. Spiritusindustrie Jg. XXX, 1907, 13, pag. 132.

2) Nachrichten f. Handel u. Industrie 1907, № 27.

промышленности для сельскаго хозяйства, Франція въ 1906 году послѣдовала примѣру Россіи, назначивъ двѣ преміи въ 20000 фр. и 50000 франковъ¹⁾ за открытіе способовъ денатуризації алькоголя, но до сихъ поръ эти попытки также не увѣнчались успѣхомъ. Изъ многихъ представленныхъ и частью патентованныхъ средствъ для денатуризації спирта я упомяну въкратцѣ лишь о нѣкоторыхъ.

1) Способъ полученія и употребленія денатурирующихъ спиртъ средствъ, изъ осадковъ, получаемыхъ при перегонкѣ изъ дерева для образованія свѣтильнаго газа, предложенный П. Любимовымъ и Ф. Энгель въ Москвѣ²⁾. Отличительными признаками этого способа служить то, что переходящая при 38—90° С. изъ газовой воды фракція, и фракція не переходящая при 68—185° С. изъ смолистыхъ огарковъ, воспринимаются газовыми трубами, при чемъ, или каждая въ отдѣльности, или обѣ въ смѣси, употребляются для денатуризації спирта.

2) Способъ полученія денатурирующихъ веществъ для спирта изъ экскрементовъ, особенно овецъ, предложенный Jul. Kluge изъ Görlitz'a³⁾ характеризуется тѣмъ, что экскременты извлекаются водой и вытяжка фильтруется или перегоняется.

3) Денатуризация спирта кетоновымъ масломъ, предложенная Ф. Карасевымъ изъ Петербурга⁴⁾, отличается тѣмъ, что вещества, содержащія крахмалъ и сахаръ, подвергаются кислому броженію въ присутствіи углекислаго кальція, послѣ чего образующіяся сякальцевыя соли жирныхъ кислотъ подвергаются сухой перегонкѣ.

Денатурирующія средства можно раздѣлить на общія и частныя. Къ общимъ принадлежатъ средства въ одѣль-

1) Ztschrift f. Spiritusindustrie Jg. XXIX, № 14, pag. 125.

2) Ibid. Jg. XXX, № 37, pag. 403.

3) Ibid. pag. 99.

4) Ibid. pag. 213.

ныхъ государствахъ, примѣшиваемыя къ спирту всегда въ точно опредѣленномъ количествѣ и для публики вообще доступныя. Частныя (особенныя) же не всегда примѣшиваются къ спирту въ опредѣленныхъ количествахъ, но по (особому) желанію потребителей прибавляются къ спирту въ любомъ количествѣ. Къ послѣднимъ, насколько мнѣ извѣстно, у насъ въ Россіи принадлежатъ формалинъ и феноль. Получаютъ, по желанію, 0,5% денатурированный спиртъ формалиномъ или феноломъ, но такимъ образомъ денатурированный спиртъ вообще не поступаетъ въ продажу, но служитъ исключительно для научныхъ цѣлей, или въ видѣ болѣе дешеваго, чѣмъ чистый спиртъ, матеріала примѣняется для лечебныхъ цѣлей въ клиникахъ и больницахъ. Заграницей спиртъ, примѣняемый въ видѣ топлива, денатурируется бензоломъ, который, вслѣдствіе образованія копоти, не примѣняется для освѣщенія, но большею частью употребляется для моторовъ. Кромѣ того спиртъ денатурируется уксусной кислотой при производствѣ уксуса, животнымъ масломъ, (анилиновыя краски) скипидарнымъ масломъ (лаки и политура). Къ общимъ средствамъ денатурированія, которыя употребляются почти во всѣхъ государствахъ за исключеніемъ Англіи, принадлежатъ пиридиновыя основанія и древесный спиртъ (метил. алкоголь). Въ Англіи денатурированный спиртъ по закону отъ 1 октября 1906 г. долженъ состоять изъ 95 об. алкоголя и 5 об. древеснаго спирта и называется „Industrial methylated Spirit“¹⁾. Денатурація спирта для горѣнія и освѣщенія у насъ въ Россіи совершается по слѣдующему постановленію, утвержденному министерствомъ финансовъ 16-го іюля 1903 года.

Спиртъ, отпускаемый частными учрежденіями, денатурируется: на 100 объем. алкоголя, 5 объем. метиловаго

спирта, 1 объем. пиридиновыхъ основаній и 0,25 об. раствора (1%) кристалфіолета. Въ Германіи спиртъ денатурируется такъ: на 100 об. алкоголя 2,5 об. смѣси, состоящей изъ 4 об. метиловаго спирта и 1 об. пиридиновыхъ основаній¹⁾; допускается тамъ прибавленіе небольшого количества розмариноваго и лавандуловаго маселъ. Относительно другихъ государствъ, въ которыхъ денатурируется спиртъ, я не могъ найти точныхъ указаній, вообще спиртъ, по крайней мѣрѣ, въ Соединенныхъ Штатахъ, денатурируется такимъ же образомъ, какъ въ Германіи. Что касается денатураціи пиридиновыми основаніями, то убѣдились, что пиридиновыя основанія сильно уменьшаютъ качество спирта, вслѣдствіе чего они служатъ при освѣщеніи причиною засмоленія фитиля, производятъ непріятный запахъ и кромѣ того обладаютъ другими непріятными свойствами. Но до сихъ поръ еще не нашли другого средства для замѣны, кромѣ принятой въ Англіи метилизаціи. Для освѣщенія является болѣе пригодный 95° спиртъ, чѣмъ 90°, ибо послѣдній дѣйствуетъ на металлическія части горѣлки и способствуетъ скорѣйшему засмоленію фитиля. По этой причинѣ болѣе крѣпкій спиртъ съ экономической точки зрѣнія является болѣе выгоднымъ, и продолжительность горѣнія горѣлки безъ перемѣны фитиля болѣе, чѣмъ это бываетъ при слабомъ спиртѣ.

При употребленіи 90° алкоголя спирто-калильные лампы могутъ служить приблизительно 3 мѣсяца, не теряя при этомъ количества свѣта.

1 ведро денатурированнаго спирта = 12,3 литрамъ = 10,25 килогр. недавно стоило въ Россіи 1 р. 80 к., но за послѣдніе мѣсяцы, по неизвѣстнымъ причинамъ, цѣна спирта поднялась до 2-хъ рублей и теперь даже стоитъ 2 р. 28 к.

1) Ztschrift f. Spiritusindustrie 1907, Jg. XXX. pag. 457.

1) Chem. Ztg. Rep. 1889, 152 u. 357. — Fischers Jahresbericht d. chemisch-Technologie 1889, 593 ff.

Это повышение цѣны является очень нежелательнымъ и сильнымъ ударомъ для еще молодой спиртовой промышленности. Цѣна денатурированного спирта, употребляемаго для техническихъ цѣлей, должна была быть по возможности низкой, а для спирта въ видѣ напитковъ возвышенной.

II. Химическій отдѣлъ.

Искусственное освѣщеніе.

Возрастающія требованія и тяжелыя условія для заработка принуждаютъ человѣка продолжать свою работу послѣ захода солнца и начинать ее до восхода; искусственное освѣщеніе есть одно изъ завоеваній культуры и развитіе его можно считать масштабомъ этой послѣдней. Но ни одинъ методъ искусственнаго освѣщенія не можетъ замѣнить солнечный свѣтъ во всѣхъ его дѣйствіяхъ; изъ этого слѣдуетъ, что искусственное освѣщеніе надо считать средствомъ, восполняющимъ убыль естественнаго, и сообразно съ этимъ примѣнять его. Искусственные источники свѣта можно подраздѣлить на двѣ, принципиально различающіяся другъ отъ друга, группы ¹⁾:

1) Свѣтъ образуется превращеніемъ въ теплоту химической энергіи, при чемъ происходитъ воспламененіе твердыхъ частичекъ, именно углерода, поглощеніе кислорода и образованіе продуктовъ горѣнія. Къ этой группѣ принадлежатъ слѣдующія тѣла: твердыя — свѣчное сало, стеаринъ, воскъ, парафинъ (магnezія); жидкія — масла, какъ растительнаго происхожденія, напр. деревянное масло и т. д., такъ и минеральнаго, напр. керосинъ; далѣе алкоголь, и газообразныя — различные виды свѣтящихся газовъ (газы, получаемые отъ перегонки дерева, торфа, угля и т. д.).

¹⁾ Rubner, Lehrbuch d. Hygiene, 1899.

2) Свѣтъ можетъ образоваться превращеніемъ электричества въ теплоту при посредствѣ введенія к.-л. тѣла сопротивленія (уголь, воздухъ) на пути тока. Поглощеніе кислорода здѣсь не является необходимымъ условіемъ для образованія свѣта. Продукты горѣнія, или совсѣмъ не образуются, или образуются въ незначительномъ количествѣ.

Почти при всѣхъ методахъ освѣщенія, основанныхъ на процессахъ горѣнія, свѣтъ исходитъ отъ свѣтящагося пламени. Въ пламени свободно горящей свѣчи, которое можетъ служить прототипомъ, различаютъ темно-синій конусъ, свѣтящійся чехолъ пламени (средній слой) и покрывало пламени (наружный слой). Въ наружномъ слоѣ происходитъ самый энергичный процессъ горѣнія. Процессы, дающіе свѣтящій средній слой, являлись предметомъ оживленныхъ споровъ. Davy предполагаетъ, что въ среднемъ слоѣ происходитъ распадѣніе паровъ черезъ выдѣленіе углерода. Lewes причину свѣта видитъ въ слѣдующемъ: во внутреннихъ частяхъ свѣтящагося пламени, этиленъ, бутилень, метанъ и этанъ переходятъ въ ацетиленъ, который затѣмъ распадается далѣе, выдѣляя углеродъ. Количество углерода, необходимое для образованія пламени, составляетъ незначительный процентъ общаго количества углерода. Такимъ образомъ отъ высокой t^0 углеродъ накаливается и производитъ свѣтъ. Frankland напротивъ полагаетъ, что сами пары могутъ стать свѣтящимися, если они достаточно нагрѣты. Въ пользу теоріи Davy говорятъ: отложеніе частичекъ копоти на нижней сторонѣ холоднаго, быстро введеннаго въ пламя предмета, незначительная способность газовъ и паровъ сравнительно съ твердыми частицами свѣтиться, далѣе равномерное поглощеніе свѣта и тепловыхъ лучей внутри пламени.

Всякое искусственное освѣщеніе, основанное на сгораніи освѣтительнаго матеріала, сопровождается большей или меньшей порчей воздуха, такъ какъ продукты горѣнія — производныя химическія вещества — остаются въ

самомъ помѣщеніи. Кромѣ того результатомъ горѣнія является теплота, которая также является, чаще всего не желательной съ гигіенической точки зрѣнія, продуктомъ искусственнаго освѣщенія.

Продукты горѣнія, образующіеся при освѣщеніи, почти тѣже, какіе въ видѣ дыма даетъ топливо (горючія вещества) въ нашихъ печахъ. Только здѣсь мы гораздо рѣже наблюдаемъ продукты неполнаго сгоранія, ибо свѣтящееся пламя горитъ большею частью или въ значительномъ избыткѣ воздуха, или при регулярномъ доступѣ воздуха и для полного сгоранія находится въ болѣе благоприятныхъ условіяхъ.

Всѣ безъ исключенія свѣтящіеся вещества образуютъ кромѣ угольной кислоты и водяныхъ паровъ, окись азота, которая переходитъ въ азотноватистую, азотистую и азотную кислоты. Если вещества свободны отъ азота, то амміакъ образуется черезъ окисленіе атмосфернаго азота и черезъ частичное превращеніе продуктовъ окисленія. Сѣрные соединенія при сгораніи образуютъ сѣрную кислоту (именно каменноугольный газъ). Нѣкоторыя, какъ напр., стеариновыя свѣчи, заключаютъ въ себѣ сѣрную кислоту. Если же притокъ воздуха неправильно регулируется, или если пламя мерцаетъ, то образуются коптящее пламя и неполные продукты сгоранія, водородъ, углеводородъ, окись углерода, жирныя кислоты, сажа. Сальныя свѣчи при тлѣніи фитиля образуютъ вслѣдствіе сгоранія глицерина вредный для глазъ акролеинъ. Постоянными неизбѣжными продуктами горѣнія при различныхъ освѣтительныхъ матеріалахъ являются вода и угольная кислота; образованіе другихъ названныхъ продуктовъ зависитъ отъ состава освѣтительныхъ матеріаловъ и отъ совершенства устройства горѣлокъ. При несовершенствѣ устройства послѣднихъ, сгораніе освѣтительнаго матеріала неполное, и при этомъ образуется цѣлый рядъ побочныхъ продуктовъ, какъ окись углерода и другіе, вліяющіе всѣ вредно на человѣческій организмъ. Примѣромъ для только что сказан-

наго можетъ служить газовое освѣщеніе, гдѣ, послѣ введенія Ауэровскихъ горѣлокъ, образованіе CO и другихъ вредныхъ продуктовъ горѣнія доведено до минимума. Важно также употреблять для освѣщенія по возможности чистые освѣтительные матеріалы, чтобы избѣжать порчи воздуха. Въ этомъ отношеніи самое благопріятное положеніе занимаетъ электрическое освѣщеніе; при всѣхъ остальныхъ видахъ освѣщенія являются нежелательные продукты горѣнія. Второе мѣсто принадлежитъ газо-калильному свѣту, который, благодаря открытію Ауэра, требуетъ теперь приблизительно 50% меньше газа, при почти двойномъ количествѣ свѣта. Производимая угольная кислота и теплота уменьшились также на половину, вслѣдствіе чего воздухъ портится въ гораздо меньшей степени ¹⁾. Послѣ газокалильнаго свѣта слѣдуетъ керосиновое освѣщеніе, газо-сименская горѣлка и др.

По предложенію глубокоуважаемаго профессора гигиены Евгенія Алексѣевича *Шепилевскаго*, я предпринялъ изслѣдованіе горючихъ газовъ, съ цѣлью опредѣлить, какіе продукты выбрасываются въ воздухъ при спирто-калильномъ освѣщеніи. Этотъ очень молодой видъ искусственнаго освѣщенія въ послѣднее время нашелъ довольно широкое распространеніе и такимъ образомъ обратилъ на себя вниманіе. Имѣя въ виду, что при окисленіи спирта образуется какъ первый продуктъ окисленія альдегидъ, а какъ второй — кислота, я предположилъ, что при спиртовомъ освѣщеніи могли образоваться, какъ продукты окисленія этильнаго спирта, уксусный альдегидъ и уксусная кислота. Далѣе, какъ продукты окисленія метильнаго спирта, служащаго для денатурированія, — муравьиный альдегидъ и муравьиная кислота. Такъ какъ въ качествѣ денатурированнаго спирта не берутъ чистый этильный спиртъ, а спиртъ содержащій

примѣси (сивушное масло и т. д.), то я предпринялъ изслѣдованіе горючихъ газовъ на присутствіе альдегидовъ и органическихъ кислотъ вообще. Прибавленіе пиридиновыхъ основаній для денатурированія спирта побудило меня изслѣдовать продукты горѣнія и на соединеніе азота. Въ слѣдующей экспериментальной части, распадающейся на качественное и количественное изслѣдованіе продуктовъ горѣнія спиртовыхъ лампъ, я излагаю приѣмъ и результатъ этихъ опытовъ.

1) Hygienische Rundschau, 1894, Renk: „Über Auer'sches Gasglühlicht“.

Экспериментальная часть.

А. Качественный анализ продуктов горѣнія спиртоваго освѣщенія.

Придерживаясь того взгляда, что изъ горѣлокъ, подлежащихъ опытамъ, въ сущности отличаются конструкціей другъ отъ друга „Денайруза“, „Штобвассеръ“ и „Фронт-бреннеръ“, я при качественномъ изслѣдованіи ограничился этими горѣлками и счелъ поэтому достаточнымъ установить, по ихъ продуктамъ горѣнія, возможное присутствіе вышеуказанныхъ соединений для всѣхъ, мною изслѣдованныхъ, лампъ. Количественное же изслѣдование я произвелъ съ каждой горѣлкой въ отдѣльности. Пріемъ для качественного анализа былъ слѣдующій: воздухъ, полученный при помощи аспиратора прямо изъ цилиндра спирто-калильной лампы, былъ проведенъ черезъ двѣ трубочки Péligré, изъ которыхъ каждая была наполнена 50 гр. 10% раствора углекислаго натра. Послѣ 12 часового просасыванія воздуха черезъ эту поглотительную жидкость, я вылилъ содержимое обѣихъ трубочекъ въ реторту и подвергъ эту жидкость перегонкѣ.

Перегонъ, приблизительно 10 куб. цент., я изслѣдовалъ на альдегиды и нашелъ послѣдніе по слѣдующимъ цвѣтнымъ реакціямъ.

1) Отношеніе къ фуксину-сѣрнистой кислотѣ (реактивъ Schiff'a) ¹⁾.

3 куб. ц. перегона дали съ нѣсколькими каплями фуксину-сѣрнистой кислоты, при взбалтываніи на холоду, розово-фіолетовое окрашиваніе.

2) Отношеніе къ реактиву M. L. Simon'a ²⁾. Дѣйствуя на 5 куб. ц. перегона сначала нѣсколькими каплями воднаго раствора триметиламина и затѣмъ сильно разбавленнымъ, едва окрашеннымъ растворомъ нитропруссид-натрія, получилъ синее окрашиваніе. Доказательствомъ служитъ эта

реакція на ацетальдегидъ. $\text{CH}_3 - \text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{H} \\ \searrow \text{O} \end{array}$

Формальдегидъ $\text{H} - \text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{H} \\ \searrow \text{O} \end{array}$ не даетъ этого окрашиванія.

Alexander Leys ³⁾ рекомендуетъ для различія формальдегида отъ ацетальдегида слѣдующую реакцію:

1 гр. окиси ртути растворяютъ въ 100 гр. 5% раствора сѣрнистаго натра. Къ раствору прибавляютъ весьма разбавленный растворъ альдегидовъ и 10% растворъ углекислой соли до щелочной реакціи; при малѣйшихъ слѣдахъ ацетальдегида образуется, не растворимый въ водѣ и спирту, осадокъ. Формальдегидъ не даетъ этой реакціи. Этой реакціей я открылъ ацетальдегидъ. $\text{CH}_3\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{H} \\ \searrow \text{O} \end{array}$

Изслѣдование на присутствіе формальдегида.

Реактивъ ⁴⁾: 1 гр. фенилгидразинъ-хлоръ-гидратъ и 1,5 гр. уксусно-кислаго натра, раствореннаго въ 10 куб. ц. дистиллированной воды.

1) Fresenius, Ztschrift f. anal. Chemie 1902, Jg. 41, pag. 249.

2) Ibid. 1899, Jg. 38, pag. 457.

3) Fresenius, Ztschrift f. anal. Chemie, 1907, Jg. 46, pag. 535 u. Journal de Pharm. et de Chem. 22, 108.

4) Ibid. 1902, Jg. 41, pag. 250.

Нагрѣвая въ теченіи одной минуты 2 куб. ц. разбавленнаго перегона съ пятью каплями реактива и пятью каплями разбавленной сѣрной кислоты, послѣ 3-хъ минутъ получилъ зеленое окрашиваніе.

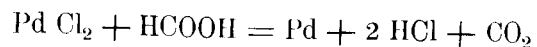
Реакція Rimini ¹⁾ (Фенилгидразинъ хлоръ-гидратъ, нитропруссидъ-натрій и концентрированный растворъ ѣдкаго натра) вызвала синее окрашиваніе, которое быстро переходило въ зеленое, желтое, свѣтло-коричневое и, наконецъ, въ красное.

Такимъ образомъ я нашелъ формальдегидъ. $\text{HC} \begin{smallmatrix} \nearrow \text{H} \\ \searrow \text{O} \end{smallmatrix}$

Доказать ихъ присутствіе въ поглотительной жидкости мнѣ не удалось. Далѣе я произвелъ изслѣдованіе на присутствіе органическихъ и неорганическихъ кислотъ и для дальнѣйшаго изслѣдованія поступалъ слѣдующимъ образомъ:

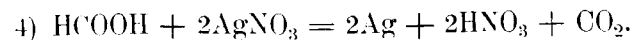
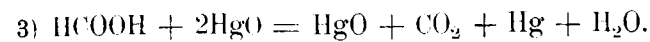
Оставшуюся въ ретортѣ жидкость я вылилъ въ выпарительную чашку и подвергъ растворъ выпариванію на водяной банѣ, причемъ остатокъ альдегида испарился. Остатокъ извлекъ я 98° спиртомъ; полученную алкогольную вытяжку я снова подвергъ выпариванію, затѣмъ растворилъ остатокъ въ небольшомъ количествѣ дистиллированной воды и полученный водный растворъ раздѣлилъ на двѣ части (А и В). Къ части А я прибавилъ разведенную фосфорную к-ту H_3PO_4 до ясной кислой реакціи, вылилъ полученную жидкость въ реторту и подвергъ ее перегонкѣ. Полученный перегонъ я снова раздѣлилъ на двѣ части (а и б). Часть а я изслѣдовалъ на муравьиную кислоту и получилъ слѣдующія реакціи:

1) растворъ Pd Cl_2 въ разбавленной соляной кислотѣ при нагрѣваніи возстановился.



2) произошло возстановленіе галоидныхъ соединений Ag и Hg. $\text{HCOOH} + 2\text{HgCl}_2 = \text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2\text{HCl} + \text{CO}_2$.

1) Fresenius, Zeitschrift für anal. Chemie, 1902, Jg. 41, pag. 250.

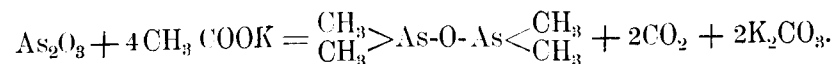


По полученнымъ результатамъ я нашелъ присутствіе муравьиной кислоты доказаннымъ.

Часть б я изслѣдовалъ на уксусную кислоту CH_3COOH .

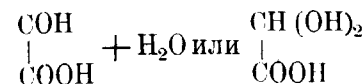
1) Fe_2Cl_6 , хлорное желѣзо окрасило растворъ въ темно-красный цвѣтъ, отъ прибавленія HCl окрашиваніе исчезло.

2) Другую часть я насытилъ разбавленнымъ растворомъ ѣдкаго калия и выпарилъ досуха. Сухой остатокъ я нагрѣлъ въ воздушной банѣ при 120° С. до полного удаленія влаги. Образовавшаяся уксусно-калиевую соль я нагрѣлъ съ мышьяковистымъ ангидридомъ на газовой горѣлкѣ въ реактивной трубчкѣ, при чемъ появился рѣзкій запахъ какодила:



3) При кипяченіи съ Ag_2CO_3 , муравьиная кислота распалась, ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$) а уксусная кислота дала CH_3COAg , которое выкристаллизовалось изъ раствора въ видѣ тонкихъ блестящихъ иголочекъ. Этими реакціями я доказалъ присутствіе уксусной кислоты — CH_3COOH .

Часть раствора В дала съ фенилгидразиномъ — фенилгидразонъ, который возстановлялъ фелинговую жидкость, а при обрабатываніи съ CaCl_2 далъ соль въ формѣ игольчатыхъ кристалловъ. По полученнымъ результатамъ я предположилъ присутствіе гліоксалевой кислоты.



Судя по присутствію гліоксалевой кислоты, я предположилъ и присутствіе щавелевой кислоты и, чтобы доказать ее въ данной жидкости, я поступилъ дальше слѣдующимъ образомъ. Другую часть раствора В я обработалъ съ CaCl_2 въ присутствіи уксусной кислоты, при чемъ характерная

для щавелевой кислоты кальцеева соль $\begin{array}{c} \text{COO} \\ | \\ \text{COO} \end{array} > \text{Ca}$ выдѣлилась въ формѣ конвертовъ. $\begin{array}{c} \text{COO} \\ | \\ \text{COO} \end{array} > \text{Ca}$ не растворялась въ

водѣ, амміакѣ и уксусной кислотѣ, но растворялась въ разбавленной соляной и азотной кислотахъ. Послѣ отфильтрованія щавелево-кислаго кальція, я кипятилъ растворъ приблизительно $\frac{1}{4}$ часа, причемъ находившаяся въ растворѣ глиоксалева кислота распалась на щавелевую кислоту. По этимъ результатамъ я убѣдился въ оправданіи моего предположенія и считалъ присутствіе щавелевой кислоты доказаннымъ. Далѣе я рѣшилъ жидкость изслѣдовать на янтарную кислоту по слѣдующимъ соображеніямъ. Янтарная кислота могла бы образоваться воздѣйствіемъ HNO_3 и HNO_2 на этиловый спиртъ, но кромѣ того могла бы получиться изъ различныхъ вторичныхъ спиртовъ, примѣшанныхъ къ денатурированному спирту. Для этого я остатокъ раствора В насытилъ амміакомъ и полученную въ растворѣ соль выпарилъ. Часть этой соли я растворилъ въ дистиллированной водѣ, прибавилъ незначительное количество хлористаго аммонія, при чемъ послѣ прибавленія

CaCl_2 выдѣлился янтарно-кислый кальцій $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CO} \\ | \\ \text{CH}_2 - \text{CO} \end{array} > \text{Ca}$. Другую

часть амміачной соли я изслѣдовалъ:

1) съ Fe_2Cl_6 , — которое дало объемистый, коричнево-бурый осадокъ.

2) Способомъ Neuberg'a ¹⁾ превращеніе янтарно-кислаго аммонія въ пирролъ посредствомъ прокаливанія съ цинковою пылью. Пирролъ даетъ реакцію со смоченной разбавленной соляной кислотой сосновой лучинкой. (Граница чувствительности 0,0006 гр.) Эту реакцію я произвелъ слѣ-

дующимъ образомъ: янтарно-кислую аммоніевую соль я смѣшалъ съ цинковою пылью, высыпалъ въ реактивную трубочку и полученную смѣсь нагрѣвалъ на песочной банѣ. Въ отверстіе узкой пробирки я ввелъ маленькую сосновую лучину, смоченную разбавленной соляной кислотой. Такимъ образомъ сосновая лучинка окрасилась въ красный цвѣтъ и дала характерную реакцію на пирролъ. По Менделѣеву ¹⁾

эта реакція идетъ слѣдующимъ образомъ: $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{CO} \\ | \\ \text{CH}_2\text{CO} \end{array} > \text{NH} + 2\text{H}_2 =$
 $\begin{array}{c} \text{CH} = \text{CH} \\ | \\ \text{CH} = \text{CH} \end{array} > \text{NH} + 2\text{H}_2\text{O}$. Такимъ образомъ я доказалъ при-

сутствіе янтарной кислоты $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{COOH} \\ | \\ \text{CH}_2 - \text{COOH} \end{array}$

Остатокъ, получившійся послѣ извлеченія спиртомъ, я изслѣдовалъ на присутствіе азотистой HNO_2 и азотной кислоты HNO_3 , которыя могли-бы образоваться, не только при окисленіи атмосфернаго азота, но и отъ преобразованія азотсодержащихъ пиридиновыхъ оснований. Для этой цѣли я поступилъ такимъ образомъ: я растворилъ соотвѣтствующее количество соли въ дистиллированной водѣ и произвелъ слѣдующія реакціи на азотистую кислоту HNO_2 :

1) дифениламинъ далъ на часовомъ стеклышкѣ синее окрашиваніе.

2) метадиамидобензолъ далъ желтовато-коричневое окрашиваніе.

3) іодисто-каліевый крахмальный клейстеръ въ сильно разбавленномъ растворѣ въ присутствіи H_2SO_4 далъ темно синее окрашиваніе. Всѣ эти продѣланныя реакціи доказали мнѣ присутствіе азотистой кислоты HNO_2 .

Далѣе изслѣдовалъ жидкость на азотную кислоту:

1) Растворъ соли далъ съ Бруциномъ, по прибавленіи капли раствора H_2SO_4 , на часовомъ стеклышкѣ сначала слабо-

¹⁾ Zeitschrift f. physiolog. Chemie 31, pag. 594 u. Zeitschrift f. anal. Chemie 40, pag. 193.

¹⁾ Менделѣевъ, лекціи по органической химіи.

красное, тотчасъ же переходящее въ желтовато-красное окрашивание.

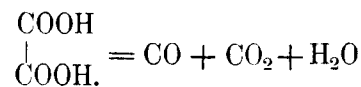
2) Растворъ индиго, по прибавленіи капли H_2SO_4 , обезцвѣтился.

3) съ дифениламиномъ $C(C_6H_5)_2HN$ и капли H_2SO_4 сооп. далъ синее окрашивание, переходящее затѣмъ въ двойное кольцо, состоящее изъ желто-зеленаго и синяго цвѣтовъ.

4) Растворъ соли, послѣ прибавленія кристалла $Fe SO_4$ и крѣпкой сѣрной кислоты, образовалъ въ пробиркѣ кольцо слабо-коричневаго цвѣта. Эти реакціи служили мнѣ доказательствомъ для присутствія азотной кислоты HNO_3 . —

Изъ всѣхъ продуктовъ неполнаго сгоранія освѣтительнаго матеріала можетъ быть самымъ опаснымъ для здоровія окись углерода. Этотъ газъ въ чистомъ видѣ безъ запаха, вкуса и цвѣта образуется вмѣстѣ съ угольной кислотой, при сгораніи угля на воздухѣ, и при томъ, тѣмъ въ большемъ количествѣ, чѣмъ выше температура горѣнія, при недостаточномъ притокѣ кислорода. Онъ образуется также при пропусканіи углекислаго газа черезъ раскаленный уголь:
 $C + CO_2 = 2CO$.

На воздухѣ горѣніе при высокой температурѣ, около $1000^\circ C$. сопровождается пламенемъ, которое даетъ образующуюся сперва окись углерода, при избыткѣ воздуха сгорая въ угольную кислоту: $CO + O = CO_2$. Этимъ объясняется, что и при высокихъ температурахъ, если только притокъ воздуха достаточенъ, уголь сгораетъ въ углекислоту. Въ чистомъ видѣ окись углерода получаютъ въ лабораторіяхъ различными путями, изъ которыхъ приведу нагрѣваніе щавелевой кислоты съ сѣрной, которая отнимаетъ воду:



Соединеніе окиси углерода съ кислородомъ т. е. вос-

пламененіе окиси, происходитъ только при очень высокой температурѣ.

Всѣ виды освѣщенія, кромѣ электрическаго, продуцируютъ окись углерода, количество которой зависитъ отъ трехъ причинъ. Во-первыхъ, отъ состава освѣтительнаго матеріала, во-вторыхъ, отъ температуры свѣтящаго вещества, и, въ третьихъ, отъ конструкции лампъ. Последнее ясно доказывается Ауэровскими горѣлками, которыя образуютъ очень маленькія количества окиси углерода, въ то время, какъ всякое свободногорящее пламя образуетъ ее въ большемъ количествѣ, вслѣдствіе чего его нужно считать не безвреднымъ. Имѣя въ виду, что при спирто-калильномъ освѣщеніи, благодаря конструкции этихъ лампъ, гдѣ, подобно Ауэровской газо-калильной лампѣ, газъ также накаливаетъ сѣтку и такимъ образомъ способствуетъ повышенію температуры, при обильномъ притокѣ воздуха, окись углерода также образуется въ малыхъ количествахъ или быть можетъ еще въ меньшихъ количествахъ, я рѣшилъ сначала качественно опредѣлить присутствіе его, а потомъ, смотря по ясности полученныхъ реакцій, испытать его количественно.

Общепринятое качественное изслѣдованіе на окись углерода (CO) основывается на способности гемоглобина давать съ CO соединенія, отличающіяся характерными свойствами.

Для качественного анализа я примѣнилъ методъ Kunkel-Welzel'я ¹⁾ слѣдующимъ образомъ:

Воздухъ, смѣшанный съ продуктами горѣнія, проводился изъ лампы черезъ двѣ U-образныя трубочки, которыя были наполнены пемзой съ сѣрной кислотой и служили для поглощенія водяныхъ паровъ. Къ нимъ присоединялась трубочка Pélignot съ калиевой щелочью, служившая для поглощенія альдегидовъ и летучихъ кислотъ. Затѣмъ слѣдовала

¹⁾ Welzel: „Über den Nachweis des Kohlenoxydhämoglobins“. Verh. der phys.-med. Gesells. in Würzburg, XXIII. Bd. № 3. 1889.

другая трубочка Pélégot съ приблизительно 40 куб. ц. 20% раствора крови, служившая для поглощенія окиси углерода. Въ концѣ находился аспираторъ. Послѣ того, какъ я провелъ черезъ аппараты около 15 литровъ смѣшаннаго съ продуктами горѣнія воздуха, я изслѣдовалъ растворъ крови сперва спектроскопически на окись углерода. Но такъ какъ растворъ крови, кромѣ окиси углерода, поглотилъ еще кислородъ, а послѣдній также даетъ двѣ похожихъ полосы спектра, то я сначала приступилъ къ удаленію кислорода. Для этой цѣли, пользуясь методомъ Vogel'я, я прибавилъ нѣсколько капель Stokes'ской жидкости (виннокислый амміачный растворъ закиси желѣза).

Затѣмъ я разбавилъ приблизительно 2 куб. ц. раствора крови съ десятирнымъ количествомъ дистиллированной воды и изслѣдовалъ его. При этомъ я замѣтилъ, хотя не совсѣмъ ясно, двѣ полосы спектра, характерныя для окиси углерода.

Далѣе изслѣдовалъ кровь химическимъ путемъ. 1) Къ 5 куб. ц. 20% раствора крови прибавилъ 15 куб. ц. 1% раствора танина и взболталъ смѣсь въ пробиркѣ; появился осадокъ, который медленно выдѣлился и, еще по истеченіи нѣсколькихъ часовъ, первоначальное различіе въ окрашиваніи крови въ пробиркахъ можно было ясно замѣтить.

Въ крови, содержащей окись углерода, замѣтенъ былъ коричневато-красный осадокъ, въ обыкновенной же сѣровато-коричневый осадокъ.

2) Къ 10 куб. ц. раствора крови я прибавилъ 5 куб. ц. 20% раствора желѣзистосинеродистаго калия и 1 куб. ц. уксусной кислоты (1 объемъ уксусной кислоты + 2 объема воды); на основаніи этой реакціи, однако, я не могу подтвердить присутствіе окиси углерода, такъ какъ получилось, на мой взглядъ, одинаково сѣровато-коричневое окрашиваніе, какъ съ кровью, содержащей окись углерода, такъ и съ кровью, содержащей только кислородъ. Спектроскопически и

реакціей съ таниномъ я все-таки считалъ присутствіе окиси углерода доказаннымъ.

Слѣдуетъ еще прибавить, что при всѣхъ этихъ опытахъ были произведены параллельно контрольные анализы. — Окончивъ качественное изслѣдованіе продуктовъ горѣнія, образующихся при спирто-калильномъ освѣщеніи, я установилъ, по вышеупомянутымъ реакціямъ, присутствіе слѣдующихъ побочныхъ продуктовъ горѣнія: **изъ альдегидовъ:** муравьиного и уксусного альдегидовъ, **изъ органическихъ кислотъ:** муравьиной, уксусной, глуконскалевой, щавелевой и янтарной кислотъ; **изъ неограническихъ кислотъ:** азотистой и азотной кислотъ; **изъ газовъ:** окиси углерода. При первыхъ моихъ опытахъ, въ которыхъ поглощеніе газовъ изъ горѣлокъ производилось недолгое время, я не получилъ такихъ результатовъ, чтобы быть вполне увѣреннымъ въ присутствіи въ нихъ всѣхъ вышеназванныхъ веществъ.

По этой причинѣ, въ дальнѣйшихъ опытахъ я сталъ проводить газы въ продолженіи 12 часовъ черезъ поглотительную жидкость и тогда уже получилъ названные результаты. Судя по времени просасыванія газового воздуха, а также по ясности полученныхъ реакцій, я предположилъ, что названные побочные продукты горѣнія находились въ очень малыхъ количествахъ въ воздухѣ; но, чтобы окончательно выяснить степень порчи воздуха; я долженъ былъ произвести ихъ количественное опредѣленіе, приѣмъ и результатъ котораго описаны въ слѣдующей главѣ.

Б. Методика количественного опредѣленія продуктовъ горѣнія спирто-калильныхъ лампъ.

Какъ уже было указано, при своихъ изслѣдованіяхъ я примѣнялъ семь спирто-калильныхъ лампъ. Съ каждой изъ нихъ я произвелъ рядъ изслѣдованій, слѣдуя заранѣе выработанному плану.

При анализѣ газообразныхъ продуктовъ горѣнія, обыкновенно довольствуются относительнымъ содержаніемъ элементовъ, составляющихъ выходящій изъ стекла газъ.

Н. Chr. Geelmuyden ¹⁾ предложилъ для опредѣленія абсолютнаго количества продуктовъ горѣнія пользоваться несложнымъ приборомъ, состоящимъ изъ жестяной трубы, въ которую вставляются горящія лампы.

Названная жестяная труба была устроена слѣдующимъ образомъ: Верхъ трубы былъ открытъ, а снизу она была закрыта продырявленнымъ дномъ. Къ верхней, суженной части трубы, была припаяна узкая трубочка, снабженная пробкою съ отверстіемъ, въ пробку же вставлялась латунная трубочка, доходящая до противоположной стороны большой трубы. Входящая часть трубочки на нижней сторонѣ имѣла

1) Archiv f. Hygiene, Bd. XXII, pag. 102. Н. Chr. Geelmuyden: „Über die Verbrennungsprodukte des Leuchtgasen und deren Einfluss auf die Gesundheit“.

цѣлый рядъ маленькихъ отверстій. Черезъ эту трубочку авторъ просасывалъ, требуемая для анализа, пробы газоваго воздуха изъ большой трубы посредствомъ водяного насоса. Про-

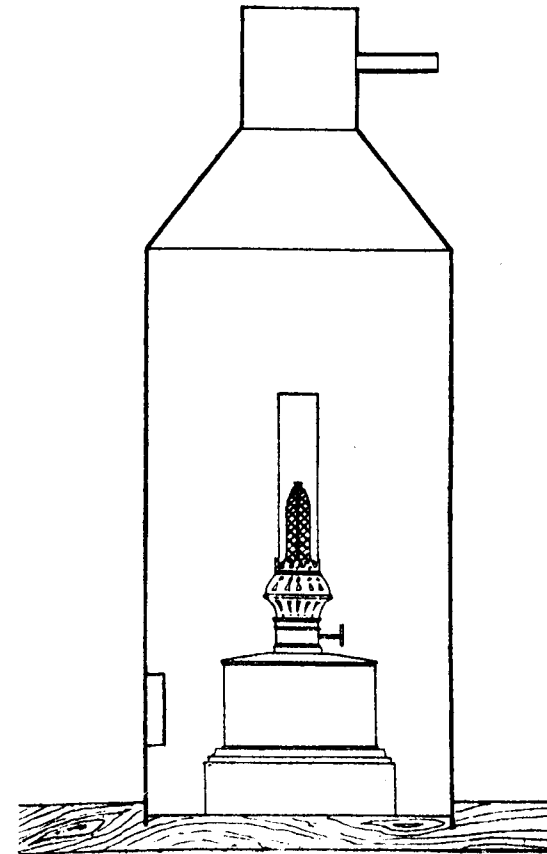


Рис. X.

Аппаратъ, въ которомъ горѣлки горѣли.

дырявленное дно главной трубы не было непосредственно соединено съ согнутой нижней трубою. На краяхъ дна находился желобъ, глубиной въ нѣсколько сантим., который наполнялся

ртутью, и въ нее помѣщалась нижняя часть трубы. Дно стояло на желѣзномъ треножникѣ, подъ которымъ находился жестяной цилиндръ, соединенный плотно съ дномъ трубы. Черезъ нижнее отверстіе согнутаго цилиндра проводился воздухъ. Притокъ воздуха черезъ продыравленные пробки регулировался такъ, что пламя могло ясно и спокойно горѣть, безъ копоти и мерцанія. Цилиндръ подъ дномъ трубы сначала назначался для помѣщенія веществъ, поглощающихъ угольную кислоту и воду. Способъ этотъ оказался не совсѣмъ удачнымъ, такъ какъ приходилось слишкомъ часто мѣнять поглотители.

Для своихъ изслѣдованій я воспользовался лишь принципомъ этого автора. Мой приборъ состоялъ въ слѣдующемъ: (смотри. рисунокъ X). Спиртовая лампа помѣщалась въ жестяномъ цилиндрѣ, вышиною въ 135 сантим., діаметра 34 сантим. Внизу, на высотѣ 8 сантим. отъ дна, находилось квадратное отверстіе въ 12 кв. сантим., предназначенное для притока воздуха. Верхъ трубы былъ открытъ. Снизу же цилиндръ былъ плотно прикрѣпленъ къ деревянной подставкѣ. На высотѣ 92 сантим., цилиндръ переходилъ въ конусъ, оканчивающійся трубкою, имѣющей 12 сантим. въ діаметрѣ. На разстояніи 13 сантим. отъ верхняго отверстія была припаяна короткая жестяная трубочка, въ которой находилась пробка со вставленной стеклянной трубкой. Черезъ нее извлекался воздухъ изъ жестяного цилиндра и проводился въ различные приборы для поглощенія. Поглотителями большею частью служили: хлористый кальцій, сѣрная кислота съ пемзой, ѣдкій калий, гидратъ барія въ растворѣ и др. Кромѣ этого примѣнялись еще другіе методы, разработанные для специальныхъ цѣлей, на которыхъ я въ надлежащемъ мѣстѣ останавлиюсь подробнѣе. При помощи описаннаго аппарата, получилась возможность опредѣлить всѣ продукты горѣнія въ абсолютномъ количествѣ, не нарушая процессъ горѣнія спирта въ лампѣ. Въ самомъ дѣлѣ, онъ происходитъ въ аппа-

ратѣ также, какъ и безъ него, такъ какъ для свободнаго притока воздуха не было никакихъ препятствій, чего нельзя сказать объ аппаратѣ Geelmuyden'a. Всѣ продукты горѣнія извергались изъ ламповаго стекла въ тотъ же цилиндръ и трубкою могли быть перехвачены для анализовъ. При этомъ анализами опредѣлялось точно количество ихъ въ воздухѣ, выходящемъ изъ цилиндра. Для того, чтобы узнать ихъ абсолютное количество, оставалось лишь опредѣлить то количество воздуха, которое, благодаря тягѣ, входило черезъ нижнее отверстіе моего прибора. Съ этою цѣлью я вставлялъ въ него анемометръ, который показывалъ мнѣ скорость, проходящаго черезъ приборъ, воздуха. Переводя ее на площадь отверстія, можно было легко опредѣлить и все количество воздуха, проходящаго черезъ аппаратъ въ теченіе часа. Зная это послѣднее, и опредѣливъ анализомъ количество продуктовъ горѣнія въ одномъ литрѣ выходящаго изъ прибора воздуха, простымъ умноженіемъ опредѣлялось абсолютное количество ихъ.

Какъ неизбежные продукты при спиртовомъ освѣщеніи являются вода и углекислота, изъ которыхъ вода образуется въ немного меньшемъ количествѣ, чѣмъ угольная кислота. Количественнымъ опредѣленіемъ этихъ продуктовъ начинаются мои опыты. Каждый опытъ производился въ продолженіе одного часа.

I. Количественное изслѣдованіе воды.

Примѣненный мною вначалѣ хлористый кальцій, какъ вещество поглощающее воду, я долженъ былъ черезъ нѣкоторое время замѣнить пемзой, смоченной сѣрной кислотой, такъ какъ, отъ примѣненія хлористаго кальція, получались результаты, сильно отличающіеся другъ отъ друга. Для опредѣленія, образовавшагося при горѣніи спирто-калильной лампы, количества воды, выходящей изъ прибора, я прово-

диль воздухъ, при помощи раздѣленнаго мною на литры аспиратора, состоящаго изъ двухъ бутылей съ переливающейся по резиновой трубкѣ водой, черезъ двѣ U-образныя трубочки, соединенныя одна съ другою, взвѣшенныя и наполненныя пемзой, смоченной сѣрной кислотой. Пемзу съ сѣрною кислотой я получалъ слѣдующимъ образомъ. Крупно растолченные кусочки пемзы сильно нагрѣвались на сковородѣ въ газовомъ пламени и еще горячими бросались въ концентрированную сѣрную кислоту; затѣмъ я клалъ ихъ на фарфоровое рѣшето, прикрывалъ, и, послѣ того какъ лишняя сѣрная кислота стекала, быстро наполнялъ ими U-образныя трубочки. Послѣ наполненія я закрывалъ трубочки короткими отводными резиновыми трубками, снабженными зажимомъ; для взвѣшиванія U-образныхъ трубочекъ я снималъ зажимы на короткое время.

Трубочку съ пемзой, соединенную непосредственно съ аппаратомъ, я обозначилъ № I, а трубочку, слѣдовавшую послѣ нея № II. Послѣ, приблизительно 6—8 опытовъ, я измѣнялъ ихъ положеніе, ставя трубочку № II на мѣсто № I, при чемъ № I наполнялъ свѣжею пемзой съ сѣрною кислотой. Имѣя въ виду, что воздухъ, находящійся въ аппаратѣ, нагрѣтый, и поэтому имѣетъ другой объемъ, въ сравненіи съ комнатнымъ воздухомъ, я прикрѣпилъ внутри аспиратора термометръ и сравнивалъ t^1 входящаго въ него воздуха съ t^0 комнатнаго воздуха; однако, оказалось, что это не имѣетъ большого значенія, такъ какъ воздухъ, проходя къ аспиратору, принималъ почти комнатную температуру. Вычисленіе сдѣлалъ я по слѣдующей формулѣ ¹⁾. Если воздухъ притекаетъ при t градусовъ и при этой t^0 имѣетъ объемъ v , и

1) Die Methoden d. praktischen Hygiene, Dr. K. B. Lehmann, pag. 149. Jg. 1901.

если въ аспираторѣ, напротивъ, температура = t^1 и объемъ воздуха v' , (измѣренный объемомъ вытекшей воды) то

$$\frac{v}{1 + at} = \frac{v'}{1 + at^1} \text{ или } v = \frac{v'(1 + at^1)}{(1 + at)}, \text{ при чемъ } a = 0,00366$$

Количество воздуха, вступающаго въ аппаратъ, я опредѣлялъ, какъ уже было упомянуто, при помощи анемометра, вставленнаго въ квадратное отверстіе трубы. Анемометръ провѣрялъ я, исключительно для этой цѣли, при 14-ти опытахъ, и при этомъ обнаружилась поправка въ + 10,4 метровъ въ минуту.

Такъ какъ воздухъ vstupалъ въ приборъ съ неизвѣстнымъ содержаніемъ воды, которое надо было отнять отъ количества воды въ воздухѣ, покидающемъ приборъ, то я, параллельно анализу выходящаго изъ прибора воздуха, производилъ каждый разъ анализъ воздуха комнаты. Я проводилъ его при помощи аспиратора черезъ длинную изогнутую стеклянную трубку, нижнее отверстіе которой находилось въ непосредственной близости съ отверстіемъ трубы, служащимъ для притока воздуха. Къ этой трубкѣ присоединялись двѣ взвѣшанныя U-образныя трубочки, наполненныя пемзой съ сѣрною кислотой. Послѣ cadaго анализа, продолжавшагося одинъ часъ, я опредѣлялъ вѣсъ трубочекъ, наполненныхъ пемзой съ сѣрною кислотой и соединенныхъ съ трубой, а также вѣсъ трубочекъ, служившихъ для поглощенія влажности комнатнаго воздуха. Разница равнялась количеству воды, содержавшемуся въ извлеченномъ изъ прибора воздуха.

На ряду съ вѣсовымъ опредѣленіемъ влажности наружнаго воздуха, я примѣнялъ болѣе упрощенный способъ опредѣленія ея, при помощи психрометра Августа, но не получилъ тѣхъ точныхъ результатовъ, которые получились химическимъ вѣсовымъ путемъ.

Примѣръ для вѣсового опредѣленія воды, образующейся при горѣніи спиртовыхъ лампъ:

а) определѣніе воды входящаго въ приборъ воздуха.

Количество протянутого черезъ трубки воздуха = 9 L,
продолжительность опыта = 1 часу.

Температура притекающаго воздуха = + 16,7° C.

„ въ аспираторѣ = + 16,7° C.

Вытекшее количество
— количество воздуха въ аспираторѣ } 9 L.

Вѣсъ трубочекъ, наполненныхъ пемзой съ H_2SO_4 conc.

I и II послѣ опыта 87,7879

до „ 87,7321

Увеличеніе 0,0558

$$v = 9 \cdot \frac{1 + 16,7 \cdot 0,00366}{1 + 16,7 \cdot 0,00366} \quad v = 9 \cdot \frac{1,0611}{1,0611} = 9 \text{ L}$$

Въ 9 L было 0,0558, въ 9 куб. м. = 55,8, значить, въ 1 куб. метр. 6,2 H_2O .

б) определѣніе воды въ выходящемъ изъ прибора воздухѣ.

Температура притекающаго воздуха = 14,9° C.

„ въ аспираторѣ = 16,5° C.

Вытекшая вода
— количество воздуха въ аспираторѣ } 9 L.

Вѣсъ трубочекъ съ пемзой съ H_2SO_4 conc.

I и II послѣ опыта 75,546

до „ 75,470

Увеличеніе 0,076

$$v = 9 \cdot \frac{1 + 14,9 \cdot 0,00366}{1 + 16,5 \cdot 0,00366} \quad v = 9 \cdot \frac{1,054534}{1,06039} = 8,9 \text{ L}$$

Въ 8,9 L было 0,076 воды, въ 8,9 куб. м. = 76,0 въ 1 куб. метр. = 8,53 H_2O . Вычтя изъ него количество воды

1 куб. м. вошедшаго въ приборъ воздуха (6,2), получаю 2,33 гр. H_2O , т.-е. всего на одинъ куб. м. больше, выходящаго изъ аппарата воздуха.

Изъ 6 определѣній анемометромъ, скорость тока воздуха въ аппаратѣ, проходящаго черезъ нижнее отверстіе, равнялась 59,56 метр. въ минуту. Для определѣнія всего количества воздуха, поступающаго въ него въ одинъ часъ, я умножилъ площадь отверстія, выраженную въ квадратныхъ мѣрахъ, на скорость и на 60 минутъ, и получилъ:

0,0144 (площадь сѣченія отверстія въ квадр. метр.)

$\times 59,56$

$0,857664 \times 60 = 51,46$ куб. метр.

Умножая 51,46 на 2,33 (количество воды, отданной лампой каждому куб. метр. воздуха), я получилъ, что въ одинъ часъ изслѣдуемая лампа выбрасывала въ воздухъ 119,9 граммовъ воды.

Въ послѣдующемъ приведу въ таблицахъ результаты шести опытовъ для каждой спирто-калильной лампы въ отдѣльности.

Количество воды въ граммахъ, образующейся при горѣніи спирта въ изслѣдованныхъ горѣлкахъ въ теченіе одного часа.

Таблица I
для горѣлки „Аморъ“.

Спиртъ по объему 92 % „ „ вѣсу 88,37 %	О п ы т ы.						Среднее.
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	
Количество сгорѣвшаго спирта въ граммахъ . . .	95,0	96,0	96,0	95,0	97,0	93,0	95,3
Кол. H ₂ O въ гр. въ 1 куб. м. выходящаго воздуха .	8,23	8,09	8,08	7,98	7,87	8,04	8,06
Кол. H ₂ O въ гр. въ 1 куб. м. входящаго воздуха . . .	6,04	5,97	6,10	5,8	5,73	6,15	5,96
Кол. H ₂ O въ 1 куб. м., образовавш. вслѣдствіе горѣнія спирта	2,19	2,12	1,98	2,18	2,14	1,99	2,10
Кол. воздуха въ куб. м., прошедшаго въ одинъ часъ черезъ аппаратъ	51,1	51,5	51,8	51,2	51,4	51,9	51,48
Общее кол. H ₂ O, даваемое горѣлкой въ 1 часъ.	111,9	109,18	102,5	111,6	109,99	103,28	108,1

Таблица II
для горѣлки „Штобвассеръ“.

Спиртъ по объему 92 % „ „ по вѣсу 88,37 %	О п ы т ы.						Среднее
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	
Колич. сгорѣвшаго спирта въ граммахъ	81,0	85,0	84,0	80,0	82,0	85,0	82,8
Кол. H ₂ O въ гр. въ 1 куб. м. выходящаго воздуха . . .	7,37	7,76	8,16	7,08	7,33	7,47	7,528
Кол. H ₂ O въ гр. въ 1 куб. м. входящаго воздуха . . .	5,43	5,85	6,21	5,20	5,41	5,50	5,6
Кол. H ₂ O въ 1 куб. м., образовавш. вслѣдствіе горѣнія спирта	1,94	1,91	1,95	1,88	1,92	1,97	1,928
Кол. воздуха въ куб. м., прошедшаго въ 1 часъ черезъ аппаратъ	48,2	48,0	48,15	47,9	48,21	48,25	48,12
Общее кол. H ₂ O, даваемое горѣлкой въ 1 часъ.	93,5	91,68	93,89	90,0	92,56	95,0	92,77

Таблица III

для горѣлки „Денайрузы“.

Спиртъ по объему 92 % „ по вѣсу 88,37 %	О п ы т ы.						Среднее
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	
Колич. сгорѣвшаго спирта въ граммахъ	52,0	50,0	51,0	50,0	50,0	52,0	50,8
Кол. Н ₂ О въ гр. въ 1 куб. м. выходящаго воздуха . .	6,67	6,47	6,75	6,24	6,10	7,10	6,55
Кол. Н ₂ О въ гр. въ 1 куб. м. входящаго воздуха . . .	5,67	5,5	5,8	5,34	5,18	6,02	5,58
Кол. Н ₂ О въ 1 куб. м., обра- зовавш. вслѣдствіе го- рѣнія спирта	1,00	0,97	0,95	0,90	0,92	1,08	0,97
Кол. воздуха въ куб. м., прошедшаго въ 1 часъ че- резъ аппаратъ	48,1	50,3	50,2	50,5	50,1	49,5	49,8
Общее кол. Н ₂ О, даваемое горѣлкой въ 1 часъ.	48,1	48,79	47,69	45,45	46,09	53,4	48,3

Таблица IV

для горѣлки „Фронтбреннеръ“.

Спиртъ по объему 92 % „ по вѣсу 88,37 %	О п ы т ы.						Среднее
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	
Колич. сгорѣвшаго спирта въ граммахъ	79,0	76,0	75,0	78,0	77,0	76,0	76,8
Кол. Н ₂ О въ гр. въ 1 куб. м. выходящаго воздуха . .	8,0	7,79	6,51	6,14	6,73	5,92	6,84
Кол. Н ₂ О въ гр. въ 1 куб. м. входящаго воздуха . . .	6,2	6,0	4,7(7)	4,42	5,0	4,2	5,09
Кол. Н ₂ О въ 1 куб. м., обра- зовавш. вслѣдствіе го- рѣнія спирта	1,8	1,79	1,74	1,72	1,73	1,72	1,75
Кол. воздуха въ куб. м., прошедшаго въ 1 часъ че- резъ аппаратъ	50,45	49,2	50,3	50,6	49,4	50,4	50,06
Общее кол. Н ₂ О, даваемое горѣлкой въ 1 часъ.	90,8	88,0	87,5	87,0	85,46	86,68	87,54

Таблица V

для горѣлки „Рустикусъ“.

Спиртъ по объему 92 % „ по вѣсу 88,37 %	О п ы т ы.						Среднее
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	
Колич. сгорѣвшаго спирта въ граммахъ	66,0	63,0	65,0	60,0	63,0	65,0	63,6
Кол. Н ₂ О въ гр. въ 1 куб. м. выходящаго воздуха . .	6,79	6,62	6,47	7,29	7,03	6,73	6,82
Кол. Н ₂ О въ гр. въ 1 куб. м. входящаго воздуха . . .	5,23	5,14	4,97	5,8	5,51	5,15	5,3
Кол. Н ₂ О въ 1 куб. м., обра- зовавш. вслѣдствіе горѣ- нія спирта	1,56	1,48	1,50	1,49	1,52	1,58	1,52
Кол. воздуха въ куб. м., прошедшаго въ 1 часъ че- резъ аппаратъ	48,1	47,9	47,8	48,2	47,87	48,15	48,0
Общее кол. Н ₂ О, даваемое горѣлкой въ 1 часъ.	75,03	70,89	71,7	71,8	72,86	76,07	72,96

Таблица VI

для горѣлки „S finale 14“.

Спиртъ по объему 92 % „ по вѣсу 88,37 %	О п ы т ы.						Среднее
	I	II.	III.	IV.	V.	VI.	
Колич. сгорѣвшаго спирта въ граммахъ	122,0	116,0	140,0	120,0	118,0	125,0	123,5
Кол. Н ₂ О въ гр. въ 1 куб. м. выходящаго воздуха . .	9,45	8,55	8,5	8,99	7,57	7,49	8,42
Кол. Н ₂ О въ гр. въ 1 куб. м. входящаго воздуха . . .	7,05	6,3	5,7	6,45	5,2	5,01	5,95
Кол. Н ₂ О въ 1 куб. м., обра- зовавш. вслѣдствіе горѣ- нія спирта	2,4	2,25	2,8	2,54	2,37	2,48	2,47
Кол. воздуха въ куб. м., прошедшаго въ 1 часъ че- резъ аппаратъ	56,8	57,7	56,85	56,5	56,82	56,7	56,89
Общее кол. Н ₂ О, даваемое горѣлкой въ 1 часъ.	136,3	129,8	159,18	144,5	134,66	140,6	140,52

Таблица VII

для горѣлки „S finale 10^{'''}“

Спиртъ по объему 92 % „ по вѣсу 88,37 %	О п ы т ы.						Среднее
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	
Колич. сгорѣвшаго спирта въ граммахъ	41,0	38,0	40,0	42,0	40,0	39,0	40,0
Кол. H ₂ O въ гр. въ 1 куб. м. выходящаго воздуха . . .	7,12	6,8	7,44	6,08	8,20	6,08	6,95
Кол. H ₂ O въ гр. въ 1 куб. м. входящаго воздуха . . .	6,2	5,8	6,5	5,12	7,3	5,10	6,0
Кол. H ₂ O въ 1 куб. м., обра- зовавш. вслѣдствіе горѣ- нія спирта	0,92	1,0	0,94	0,96	0,90	0,98	0,95
Кол. воздуха въ куб. м., прошедшаго въ 1 часъ че- резъ аппаратъ	39,5	38,6	39,4	39,9	39,1	38,7	39,2
Общее кол. H ₂ O, даваемое горѣлкой въ 1 часъ.	36,34	38,6	37,03	38,3	35,19	37,92	37,24

II. Количественное опредѣленіе кислотъ, выдѣляющихся при спиртовомъ освѣщеніи изъ лампы.

При качественномъ опредѣленіи кислотъ, выдѣляющихся при освѣщеніи спиртомъ, я установилъ, что кромѣ угольной кислоты — въ числѣ газообразныхъ продуктовъ — имѣются еще муравьиная, уксусная, глукосаевая, щавелевая, янтарная, азотистая и азотная кислоты. Тогда же можно было усмотрѣть, что эти кислоты являются въ столь незначительномъ количествѣ, что для отдѣленія ихъ другъ отъ друга, обычные для этого методы, фракціонированная перегонка и фракціонированное осажденіе азотнокислымъ серебромъ, не могли быть примѣнены. Поэтому я ограничился лишь опредѣленіемъ общаго количества ихъ, при помощи 1/10 нормальнаго баритоваго раствора. Для достиженія этой цѣли я поступалъ слѣдующимъ образомъ.

Высасываемый изъ трубы моего аппарата воздухъ съ продуктами горѣнія, я пропускалъ сначала черезъ трубочку Pélégot, содержащую 50 куб. ц. дистиллированной воды и нагрѣваемую на парафиновой банѣ, при постоянной температурѣ 60—70° C., медленнымъ, хорошо регулируемымъ токомъ. Трубочка Pélégot служила для поглощенія всѣхъ кислотъ, за исключеніемъ угольной, которая при этой температурѣ въ трубкѣ Pélégot не оставалась. Вслѣдъ за трубкой Pélégot, я установилъ двѣ трубки Pettenkoffer'a съ 100 куб. с. баритовой воды — каждая для поглощенія угольной кислоты. Благодаря этому, въ трубкѣ Pettenkoffer'a не падалъ воздухъ, уже лишенный всѣхъ содержащихся въ немъ кислотъ, за исключеніемъ угольной. Въмѣсто двухъ Pettenkoffer'овскихъ трубокъ, содержащихъ каждая по 100 куб. с. баритовой воды, я примѣнялъ для цѣлаго ряда анализовъ большую Pettenkoffer'овскую трубку, вмѣщающую въ себя 200 куб. с. баритовой воды, и получать при этомъ одинаковые результаты. Непрерывный рядъ мелкихъ пузырьковъ воздуха въ Petten-

а) трубка Pélilot на общее содержание кислот,
б) баритовая вода на содержание угольной кислоты.

- а) Опредѣленіе общаго количества кислотъ.

При обратномъ титрованіи первыхъ 25 куб. с. кислотнаго раствора, къ которому были прибавлены 40 куб. с. $\frac{1}{10}$ нормальнаго баритоваго раствора, было израсходовано 73,81 куб. с. раствора щавелевой кислоты; вычисленіе было такое:

$x:25 = 73,81:60,5$, значитъ,

$$x = \frac{25,73,81}{60,5} = 30,5 \text{ к. с. Ba (OH)}_2$$

Одну изъ причинъ слѣдуетъ искать въ недостаточномъ очищенномъ спиртѣ, который въ ректификованномъ состояніи содержитъ до 20% сивушного масла, амилового спирта, янтарной кислоты, глицерина и т. д.; эти вещества при расщепленіи образуютъ рядъ продуктовъ неполнаго сгоранія. Другая причина кроется въ недопустимомъ денатурированіи спирта, при помощи пиридиновыхъ основаній. Это обстоятельство я разбираю подробнѣе въ общей оцѣнкѣ продуктовъ горѣнія для этого освѣщенія. Таблица кислотности слѣдуетъ ниже и показываетъ въ общемъ очень низкія цифры.

Общее количество кислотъ, кромѣ углекислоты, выраженное въ куб. с. $\frac{1}{10}$ норм. раствора Ва (ОН)₂ и образующееся въ изслѣдованныхъ горѣлкахъ въ теченіе одного часа.

Таблица VIII.

Горѣлки:	О п ы т ы.						Среднее
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	
Аморъ	18,4	20,5	16,4	22,3	19,6	19,9	19,5
Штобвассеръ	23,3	19,1	18,2	20,2	18,8	17,1	19,4
Делайруза	10,2	11,9	8,3	12,1	11,4	12,2	11,02
Фронтбреннеръ	19,7	20,6	18,3	23,2	19,6	20,4	20,3
Рустикусъ	15,1	16,7	17,8	19,3	16,2	17,0	17,0
S finale 14'''	18,4	20,5	16,2	19,3	22,1	17,3	18,9
S finale 10'''	12,3	14,5	15,6	12,2	15,1	14,3	14,0

б) Количественное опредѣленіе угольной кислоты.

Опредѣленіе угольной кислоты велось обычнымъ путемъ по Pettenkoffer'у. Содержимое Pettenkoffer'овскихъ трубокъ послѣ опыта сливалось въ стеклянку, отстаивалось, и прозрачный растворъ барія титровался щавелевой кислотой, растворенной въ водѣ съ такимъ расчетомъ, чтобы 1 куб. с. его соответствовалъ 1 mgr. угольной кислоты. (Для этой цѣли я растворилъ 2,863 гр. щавелевой кислоты въ одномъ литрѣ дистиллированной воды.) Такимъ образомъ была опредѣлена съ точностью щелочность барита, часть котораго была израсходована на связываніе угольной кислоты. Такъ какъ титръ употребленнаго барита былъ извѣстенъ, то окончательное опредѣленіе углекислоты, связанной 25-ю куб. с. раствора барита, получалось простымъ вычитаніемъ израсходованныхъ куб. с. щавелевой кислоты ея изъ того количества, которое требовалось для нейтрализаціи приготовленнаго барита до опыта. При этомъ число куб. с. щавелевой кислоты отвѣчало прямо числу миллиграммовъ угольной кислоты. Далѣе полученные числа пересчитывались на все 200 куб. с. раствора баритовой воды Pettenkoffer'овскихъ трубокъ, гесрест., опредѣлялось все то количество угольной кислоты, которое содержалось въ 9 литрахъ воздуха, извлеченнаго изъ аппарата во время горѣнія лампы.

Въ полученномъ числѣ необходимо было, однако, ввести поправку, такъ какъ въ нихъ заключалась и та углекислота, которая содержалась въ воздухѣ до поступленія въ приборъ. Для этого необходимо было опредѣлить содержаніе угольной кислоты въ воздухѣ комнаты, во время производства опытовъ, что и сдѣлано было мною, при помощи такихъ же трубокъ Pettenkoffer'a, при чемъ каждый разъ протягивались черезъ нихъ десять литровъ воздуха. Опредѣленное такимъ образомъ количество угольной кислоты въ комнат-

номъ воздухъ отсчитывалось отъ всего количества углекислоты, содержащейся въ воздухъ моего аппарата. И здѣсь также, какъ и при количественномъ опредѣленіи воды, опредѣлялось то количество воздуха, которое проходило въ теченіе часа черезъ аппаратъ, во время горѣнія въ немъ лампы, и умноженіемъ количества угольной кислоты въ 1 литръ на всю массу прошедшаго черезъ аппаратъ воздуха, въ концѣ концовъ, получалось все то количество угольной кислоты, которое продуцировалось испытуемой лампой въ теченіе часа. Для поясненія хода изслѣдованія и расчетовъ привожу одинъ примѣръ:

Разница, при титрованіи 25 куб. с. баритовой воды, передъ и послѣ опыта, щавелевою кислотою, составляла 4,9 куб. с. При протягиваніи воздуха изъ моего аппарата, обѣ Pettenkoffer'овскія трубки содержали 200 куб. с. баритовой воды, что соотвѣтствовало бы 39,2 куб. сант. разницы на все это количество баритовой воды. Въ теченіе часа прошли черезъ Pettenkoffer'овскія трубки 9 литровъ воздуха изъ аппарата, изъ котораго баритовая вода поглотила угольную кислоту. 1 куб. с. раствора щавелевой кислоты соотвѣтствовалъ 1 mgr. угольной кислоты; такъ какъ разница въ тратѣ щавелевой кислоты при титрованіи, передъ и послѣ опыта, была 39,2 куб. с., то это количество прямо соотвѣтствовало 39,2 mgr. угольной кислоты. 9 литровъ воздуха изъ аппарата содержали 39,2 mgr. угольной кислоты, значить, 1 литръ = 4,35 mgr. CO_2 . Произведенный точно такимъ-же путемъ, анализъ комнатнаго воздуха даетъ на 10 литровъ 9,8 mgr. CO_2 , на одинъ литръ, значить, приходится 0,98 mgr. угольной кислоты. Соотвѣтственно этому 1 куб. метр. комнатнаго воздуха содержалъ 0,98 гр. CO_2 .

Итакъ

9 литр. воздуха изъ аппарата	содержать	39,51	CO_2
1 " " " "	"	4,35 mgr.	"
1 куб. метр. " "	"	4,35 грамм.	"

10 литровъ комнатнаго воздуха	содержать	9,8 mgr.	CO_2
1 литръ " " "	"	0,98 mgr.	"
1 куб. метр. " " "	"	0,98 грамм.	"

Если вычесть количество угольной кислоты, содержащейся въ 1 куб. метр. комнатнаго воздуха — 0,98 гр. изъ общаго количества угольной кислоты, содержащейся въ 1 куб. метр. воздуха изъ аппарата — 4,35 гр., то получимъ разность 3,37 гр. CO_2 , равную количеству угольной кислоты, которая образовалась при сгораніи спирта въ лампѣ. Притокъ воздуха измѣрялся также, какъ при опредѣленіяхъ воды. Умножая 51,1 (количество воздуха въ куб. метр., прошедшаго въ теченіе одного часа черезъ аппаратъ) на 3,37, (количество CO_2 въ 1 куб. метр. воздуха, образовавшейся вслѣдствіе сгоранія спирта) получаю 172, 2 гр. CO_2 , число, обозначающее количество CO_2 , которое лампа выбрасывала въ воздухъ въ теченіе одного часа. Въ таблицахъ изложены результаты, гдѣ изъ шести для каждой лампы отдельно произведенныхъ анализовъ, взято среднее число.

Количество углекислоты въ граммахъ, образующейся при горѣніи спирта въ изслѣдованныхъ горѣлкахъ въ теченіе одного часа.

Таблица IX

для горѣлки „Аморъ“.

Спиртъ по объему 92 % „ по вѣсу 88,37 %	О п ы т ы.						Среднее
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	
Колич. сгорѣвшаго спирта въ граммахъ	90,0	96,0	95,0	93,0	95,0	93,0	93,6
Кол. CO ₂ въ гр. въ 1 куб. м. выходящаго воздуха . .	4,70	4,48	4,51	4,48	4,46	4,38	4,50
Кол. CO ₂ въ гр. въ 1 куб. м. входящаго воздуха . .	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
Кол. CO ₂ въ 1 куб. м., обра- зовавш. вслѣдствіе горѣ- нія спирта	3,72	3,5	3,53	3,5	3,48	3,40	3,52
Кол. воздуха въ куб. м., прошедшаго въ 1 часъ черезъ аппаратъ	48,7	51,6	51,1	51,0	51,2	50,8	50,7
Общее кол. CO ₂ , даваемое горѣлкой въ 1 часъ.	181,1	180,6	180,38	178,5	178,17	172,72	178,46

Таблица X

для горѣлки „Штобвассеръ“.

Спиртъ по объему 92 % „ по вѣсу 88,37 %	О п ы т ы.						Среднее
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	
Колич. сгорѣвшаго спирта въ граммахъ	75,0	74,0	77,0	80,0	82,0	76,0	77,3
Кол. CO ₂ въ гр. въ 1 куб. м. выходящаго воздуха . .	3,68	3,73	3,79	3,81	3,83	3,82	3,77
Кол. CO ₂ въ гр. въ 1 куб. м. входящаго воздуха . . .	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
Кол. CO ₂ въ 1 куб. м., обра- зовавш. вслѣдствіе горѣ- нія спирта	2,70	2,75	2,81	2,83	2,85	2,84	2,79
Кол. воздуха въ куб. м., прошедшаго въ 1 часъ че- резъ аппаратъ	51,9	51,8	52,3	52,0	52,0	51,8	51,9
Общее кол. CO ₂ , даваемое горѣлкой въ 1 часъ.	140,1	142,45	146,9	147,16	148,2	146,11	144,8

Таблица XI

для горѣлки „Денайрузы“.

Спиртъ по объему 92 ‰ „ по вѣсу 88,37 ‰	О п ы т ы.						Среднее
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	
Колич. сгорѣвшаго спирта въ граммахъ	51,0	50,0	49,5	52,0	50,0	50,0	50,4
Кол. CO ₂ въ гр. въ 1 куб. м. выходящаго воздуха . . .	2,86	2,88	2,96	2,85	2,87	2,88	2,88
Кол. CO ₂ въ гр. въ 1 куб. м. входящаго воздуха . . .	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
Кол. CO ₂ въ 1 куб. м., обра- зовавш. вслѣдствіе горѣ- нія спирта	1,88	1,90	1,98	1,87	1,89	1,9	1,9
Кол. воздуха въ куб. м., прошедшаго въ 1 часъ че- резъ аппаратъ	49,0	48,5	48,9	49,5	49,7	48,0	48,9
Общее кол. CO ₂ , даваемое горѣлкой въ 1 часъ.	92,12	92,15	96,7	92,56	93,93	91,2	92,91

Таблица XII

для горѣлки „Фронтбреннеръ“.

Спиртъ по объему 92 ‰ „ по вѣсу 88,37 ‰	О п ы т ы.						Среднее
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	
Колич. сгорѣвшаго спирта въ граммахъ	75,0	78,0	73,0	79,0	76,0	75,0	76,0
Кол. CO ₂ въ гр. въ 1 куб. м. выходящаго воздуха . . .	3,83	3,88	3,85	3,89	3,91	3,90	3,87
Кол. CO ₂ въ гр. въ 1 куб. м. входящаго воздуха . . .	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
Кол. CO ₂ въ 1 куб. м., обра- зовавш. вслѣдствіе горѣ- нія спирта	2,85	2,9	2,87	2,91	2,93	2,92	2,89
Кол. воздуха въ куб. м., прошедшаго въ 1 часъ че- резъ аппаратъ	50,8	51,0	50,2	50,3	50,5	50,1	50,48
Общее кол. CO ₂ , даваемое горѣлкой въ 1 часъ.	144,38	147,9	144,0	146,37	147,4	146,29	145,88

Таблица XIII

для горѣлки „Рустикуетъ“.

Спиртъ по объему 92 % „ по вѣсу 88,34 %	О п ы т ы.						Среднее
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	
Колич. сгорѣвшаго спирта въ граммахъ	66,0	65,0	60,0	63,0	64,0	65,0	63,38
Кол. CO ₂ въ гр. въ 1 куб. м. выходящаго воздуха . . .	3,48	3,39	3,46	3,47	3,41	3,45	3,44
Кол. CO ₂ въ гр. въ 1 куб. м. входящаго воздуха . . .	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
Кол. CO ₂ въ 1 куб. м., обра- зовавш. вслѣдствіе горѣ- нія спирта	2,5	2,41	2,48	2,49	2,43	2,47	2,46
Кол. воздуха въ куб. м., прошедшаго въ 1 часъ че- резъ аппаратъ	48,1	48,16	48,0	48,2	48,26	48,25	48,16
Общее кол. CO ₂ , даваемое горѣлкой въ 1 часъ.	121,26	116,0	119,0	120,0	117,27	119,67	118,47

Таблица XIV

для горѣлки „S finale 14'''“.

Спиртъ по объему 92 % „ по вѣсу 88,37 %	О п ы т ы.						Среднее
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	
Колич. сгорѣвшаго спирта въ граммахъ	132,0	124,0	130,0	127,0	119,0	138,0	128,3
Кол. CO ₂ въ гр. въ 1 куб. м. выходящаго воздуха . . .	5,54	5,18	5,28	5,30	5,23	5,48	5,29
Кол. CO ₂ въ гр. въ 1 куб. м. входящаго воздуха . . .	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
Кол. CO ₂ въ 1 куб. м., обра- зовавш. вслѣдствіе горѣ- нія спирта	4,56	4,2	4,3	4,32	4,25	4,5	4,31
Кол. воздуха въ куб. м., прошедшаго въ 1 часъ че- резъ аппаратъ	56,4	56,1	56,3	55,5	52,3	57,5	55,68
Общее кол. CO ₂ , даваемое горѣлкой въ 1 часъ.	257,2	235,6	242,0	239,7	222,27	258,7	239,98

Таблица XV

для горѣлки „S finale 10““

Спиртъ по объему 92 % „ по вѣсу 88,37 %	О п ы т ы.						Среднее
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	
Колич. сгорѣвшаго спирта въ граммахъ	40,0	42,0	38,0	42,0	39,0	40,0	40,1
Кол. CO ₂ въ гр. въ 1 куб. м. выходящаго воздуха . . .	2,88	2,99	2,91	2,87	2,85	2,86	2,89
Кол. CO ₂ въ гр. въ 1 куб. м. входящаго воздуха	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
Кол. CO ₂ въ 1 куб. м., обра- зованн. вслѣдствіе горѣ- нія спирта	1,9	2,01	1,93	1,89	1,87	1,88	1,91
Кол. воздуха въ куб. м., прошедшаго въ 1 часъ че- резъ аппаратъ	39,2	40,0	39,4	39,9	39,6	39,5	39,6
Общее кол. CO ₂ , даваемое горѣлкой въ 1 часъ.	74,48	80,4	76,04	75,4	74,0	74,26	75,6

При спиртовомъ освѣщеніи неизбѣжными продуктами, загрязняющими воздухъ, являются въ общемъ водяные пары и угольная кислота, значить, тѣ продукты, которые получаютъ при всякомъ методѣ освѣщенія, за исключеніемъ электрическаго дугового и калильнаго свѣта. Отношеніе между образованіемъ водяныхъ паровъ и образованіемъ угольной кислоты зависитъ отъ составныхъ частей тѣхъ различныхъ веществъ, которыя примѣняются для освѣщенія; при освѣщеніи веществами съ бѣльшимъ содержаніемъ водорода, количество водяныхъ паровъ превосходитъ количество угольной кислоты, съ меньшимъ же содержаніемъ водорода, угольная кислота представляетъ главную массу изъ продуктовъ горѣнія. При спиртовомъ освѣщеніи, благодаря характеру освѣтительнаго матеріала, преобладаетъ въ продуктахъ горѣнія угольная кислота, какъ видно изъ таблицъ, въ нѣкоторомъ количествѣ надъ водяными парами. Для количественнаго сравненія этихъ продуктовъ горѣнія съ ихъ количествами, образующимися при другихъ освѣтительныхъ матеріалахъ, привожу цифры въ видѣ таблицы. *)

*) Rubner, Lehrbuch der Hygiene, 1899, pag. 273.

Таблица XVI.

При освѣщеніи 100 норм. свѣчами въ часъ, образуется:

Освѣтительный матеріалъ.	Воды въ килограмм.	Угольной к-ты въ килограмм.
Дуговой свѣтъ } электр. {	0	слѣды
Калильный свѣтъ }	0	0
Свѣтильный газъ:		
горѣлка съ накаливаніемъ	9,11	0,12
„ Argand'a	0,69	0,88
„ съ двумя отверстіями	2,14	2,28
Ацетиленъ	—	—
Спирто-калильный свѣтъ	0,218	0,378
Керосинъ: больш. кругл. горѣлка	0,25	0,62
„ маленькая горѣлка	0,76	1,88
„ средній свѣтъ	—	—
Лампа съ рѣпнымъ масломъ	0,85	2,00
парафинъ	0,91	2,23
Стеаринъ	0,94	2,44
сало	0,94	2,68
воскъ	0,88	2,36
спермацетъ	—	—

Изъ этой таблицы видно, что спирто-калильное освѣщеніе, относительно образованія количества воды, занимаетъ первое мѣсто среди освѣтительныхъ матеріаловъ. Керосиновое освѣщеніе большими круглыми горѣлками занимаетъ второе мѣсто, уступая спиртовому освѣщенію, что касается этого, только въ незначительно повышеннымъ количествѣ.

По отношенію къ образованію угольной кислоты, спирто-калильное освѣщеніе занимаетъ второе мѣсто, здѣсь же уступаетъ газокалильному освѣщенію въ болѣе значительной мѣрѣ, а, съ другой стороны, газокалильный свѣтъ образуетъ болѣе количество воды. — Слѣдуютъ отдѣльныя спирто-калильныя лампы по мѣрѣ того, какъ увеличивается угольная кислота и вода въ продуктахъ горѣнія.

Таблица XVII.

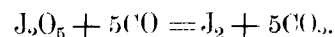
При освѣщеніи 100 норм. свѣчами образуется въ часъ:

для горѣлки	Угольн. кисл. въ килограмм.	вода въ килограмм.
Рустикусъ	0,310	0,192
Штобвассеръ	0,337	0,214
S finale 10 ^{'''}	0,361	0,176
Денайруза	0,372	0,192
Фронтбреннеръ	0,384	0,229
Аморъ	0,423	0,257
S finale 14 ^{'''}	0,461	0,265

Одинъ взглядъ на эти цифры показываетъ, что не всегда съ увеличеніемъ количества углекислоты и увеличивается количество воды.

III. Количественное определение окиси углерода.

Определение малых количеств окиси углерода представляет большія затрудненія. Оцѣнка наиболѣе извѣстныхъ изъ существующихъ методовъ количественнаго опредѣленія CO, была недавно произведена В. Несмѣловымъ*), по которому изъ всѣхъ другихъ методовъ наибольшую точностью отличается методъ Maurice Nicloux, который основывается на способности окиси углерода выдѣлять свободный іодъ изъ J₂O₅, при чемъ сама она окисляется въ угольную кислоту; реакція протекаетъ по слѣдующему уравненію:



Количество окиси углерода выводится изъ количества выдѣливагося іода, а этотъ способъ опредѣляется по Nicloux колориметрическимъ путемъ. Но Д-ръ Spitta**) указываетъ на работы Kammich's и Sanford'a, по которымъ опредѣленіе іода колориметрическимъ путемъ или опредѣленіе образовавшейся угольной кислоты даетъ неточные результаты. Хорошіе результаты получили они путемъ титрованія выдѣливагося іода 1/100 нормальнымъ растворомъ сѣрноватисто-кислаго натра (Na₂ S₂ O₃). Этимъ они доказали присутствіе въ воздухѣ 0,025% CO. Этимъ же методомъ, въ послѣднемъ видоизмѣненіи Kammich's и Sanford'a, рѣшился воспользоваться и я при своихъ изслѣдованіяхъ.

При этихъ анализахъ я отступилъ отъ метода анализа воды, угольной кислоты и остальныхъ органическихъ кислотъ тѣмъ, что воздухъ для изслѣдованій я извлекалъ не изъ моего вышеописаннаго аппарата, но непосредственно изъ цилиндра лампы. Это отступленіе, ввиду предполагаемыхъ по качественному анализу весьма малыхъ количествъ окиси углерода, я принужденъ былъ сдѣлать, чтобы вообще количественно опредѣлить ее.

*) Магистерская диссертация, Юрьевъ 1907 г.

**) Archiv f. Hygiene, 1903, Spitta: „Bestimmung kleiner Kohlenoxydmengen in der Luft.“

Аппараты были установлены слѣдующимъ образомъ: воздухъ, содержащій продукты горѣнія, который я, какъ только что было сказано, для этой цѣли непосредственно извлекалъ изъ лампы, проводилъ, при помощи аспиратора, черезъ двѣ, одна за другою слѣдующія, U-образныя трубки, которыя для удержанія влаги содержали пемзу, пропитанную сѣрною кислотой. Затѣмъ слѣдовала трубка Péligot съ 33% ѣдкимъ калиемъ для поглощенія альдегида и кислотъ, за нею опять U-образная трубка для удержанія влаги; къ послѣдней присоединялась тонкая горизонтальная стеклянная трубка, въ которой находился тонкій слой ваты для удержанія органическихъ примѣсей воздуха, такъ какъ они сами по себѣ могутъ разрушать іодноватый ангидридъ. Далѣе слѣдовала маленькая U-образно-изогнутая стеклянная трубка, содержащая J₂O₅ въ смѣси съ азбестомъ. Эта стеклянная трубка находилась въ масляной банѣ, въ которой поддерживалась постоянная t° въ 150° C.; другимъ своимъ концомъ она соединялась съ приборомъ Vill-Varrentrapp'a, въ которомъ заключались 25 куб. с. 1/100 нормального раствора сѣрноватисто-кислаго натра, для поглощенія образующагося іода. Система трубокъ оканчивалась аспираторомъ. Стеклянная трубка, наполненная хлопьями азбеста и іодноватымъ ангидридомъ, передъ каждымъ опытомъ нагревалась въ сушильномъ шкафу до температуры въ 175° C. и затѣмъ охлаждалась въ эксикаторѣ надъ сѣрною кислотой. Чтобы провѣрить дѣйствіе аппарата, я приготовилъ нѣкоторое количество окиси углерода, пользуясь для этого нагреваніемъ смѣси щавелевой и сѣрной кислотъ. Образовавшаяся чистая CO собиралась въ Бунзеновскомъ газометрѣ. Изъ него я бралъ различныя количества окиси углерода и опредѣлялъ ихъ съ помощью описываемаго способа. Послѣ того, какъ я убѣдился, что аппаратъ дѣйствуетъ исправно, я приступилъ къ опредѣленію, содержащейся въ выходящемъ изъ лампы воздухѣ окиси углерода. Для опыта воздухъ медленно пропускался черезъ

аппараты. Въ каждомъ опытѣ черезъ послѣдніе пропускался всего одинъ литръ воздуха. По окончаніи опыта, я промывалъ трубки чистымъ воздухомъ, пропуская его черезъ аппараты въ количествѣ нѣсколькихъ сотенъ куб. с. Затѣмъ содержимое Vill - Varentgrapp'овской трубки выливалось въ колбу, аппаратъ прополаскивался дистилл. водой, которая сливалась въ ту же колбочку. Послѣ этого, служившій для опыта, сѣрноватистокислый натръ подвергался обратному титрованію $\frac{1}{100}$ норм. растворомъ іода въ присутствіи крахмала. Разница въ титрахъ раствора сѣрноватистокислаго натра, до и послѣ опыта, представляла количество іода, поглощеннаго растворомъ сѣрноватистокислаго натра. Примѣръ для вычисленія анализовъ: 1 куб. сант. окиси углерода вытѣсняетъ при 0° и 760 mm. изъ J_2O_5 2,268 mgr. іода¹⁾.

Титръ 20 куб. с. $\frac{1}{100}$ норм. раствора сѣрноватистокислаго натра до опыта = 20 куб. с. $\frac{1}{100}$ норм. раствора іода, послѣ опыта = 20 куб. с. — 19,85 куб. с.; разница = 0,15 куб. с.; 1 куб. с. $\frac{1}{100}$ норм. $Na_2S_2O_3$ (или J) равенъ 1,27 mgr. J; слѣдовательно, 0,15 куб. с. = 0,1905 mgr. J. Раздѣливъ 0,1905 на 2,268, получимъ количество окиси углерода въ куб. с., въ данномъ случаѣ $\frac{0,1905}{2,268} = 0,0839$.

Такимъ образомъ количество CO въ произведенномъ анализѣ равнялось 0,0839 куб. с. на 1 литръ воздуха, выходящаго изъ цилиндра лампы, или въ процентахъ — 0,00839 %.

Этотъ методъ количественнаго опредѣленія окиси углерода даетъ довольно точные результаты, если анализъ ведется со всею тщательностью¹⁾. Результаты произведенныхъ

1) Gautier Armand: „Sur le dosage de l'oxyde de carbon diluie grandes quantites d'air“, Comptes Rendus, 1898 T. I p. pag. 793.

1) В. Несмѣловъ, Магистерская диссертация, 1907.

мною анализовъ приведены въ нижеслѣдующей таблицѣ. Такъ какъ количественное опредѣленіе окиси углерода, выдѣляющейся при различныхъ видахъ искусственнаго освѣщенія, основывается на горѣніи веществъ, и въ литературѣ не нашелъ, то я произвелъ для сравненія опыты продуктовъ горѣнія также при газовомъ и керосиновомъ освѣщеніи. Изслѣдованіе продуктовъ свѣтильно-газового пламени произвелъ я слѣдующимъ образомъ: надъ Бунзеновской газовой горѣлкой, къ которой притокъ воздуха снизу былъ закрытъ, я прикрѣпилъ стеклянную воронку, которая соединялась резиновой трубкой съ вышеописаннымъ аппаратомъ для опредѣленія окиси углерода. Въ продолженіе часа, я проводилъ продукты горѣнія медленнымъ токомъ черезъ аппараты. Послѣ этого выдѣлившійся іодъ опредѣлялъ по вышеописанному способу титрованіемъ. Напримѣръ,

до опыта	20 куб. с.	$\frac{1}{100}$ норм. раствора $Na_2S_2O_3$
послѣ „	19,4 „	„ „ „ „ „ „
разница	0,6 куб. с.	

1 куб. с. $\frac{1}{100}$ норм. $Na_2S_2O_3$ = 1,27 mgr. іода, 0,6 куб. с. = 0,762 mgr. іода; $0,762 : 2,268 = 0,3359$ куб. с. окиси углерода. Въ одномъ литрѣ воздуха, получаемого изъ воронки, содержались 0,3359 куб. с. CO; въ процентахъ 0,03359 % CO.

Анализъ керосиновыхъ лампъ:

а) 8 ^{'''} лампа, расходъ керосина 15,0 въ часъ,
до опыта 20 куб. с. $\frac{1}{100}$ норм. $Na_2S_2O_3$
послѣ „ 19,7 „ „ „ „
разница 0,3 куб. с.

0,3 куб. с. $\frac{1}{100}$ норм. $Na_2S_2O_3$ = 0,381 mgr. J; $0,381 : 2,268 = 0,1679$ куб. с. CO въ 1 литрѣ выходящаго изъ цилиндра лампы воздуха. Въ процентахъ 0,01679 % CO.

б) 14^{'''} лампа „Mondbrenner“, продолжительность горѣнія 1 часъ.

до опыта 20 куб. с. $\frac{1}{100}$ норм. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

послѣ „ 19,65 „ „ „ „

разница 0,35 к. с.

0,35 куб. с. $\frac{1}{100}$ норм. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 0,4445$ ммгр. J; $0,4445 : 2,268 = 0,196$ куб. с. CO въ 1 литрѣ выходящаго изъ цилиндра лампы воздуха. Въ процентахъ 0,0196 % CO.

Количества окиси углерода для отдѣльныхъ спиртокалильныхъ лампъ :

а) для Денайрузы	0,00839 % CO
б) „ Штобассера	0,0095 % „
в) „ Амора	0,0087 % „
г) „ S finale 14 ^{'''}	0,0121 % „
д) „ S finale 10 ^{'''}	0,00872 % „
е) „ Рустикуса	0,0092 % „
ж) „ Фронтбренера	0,0106 % „

Присутствіе окиси углерода въ продуктахъ горѣнія какого-либо освѣщенія дѣлаетъ послѣднее очень опаснымъ для человѣка. По этой причинѣ количественное опредѣленіе ея очень важно для оцѣнки освѣтительнаго матеріала. Къ сожалѣнію пока изслѣдованія на маленькія количества CO, кромѣ работы Н. Chr. Geelmuyden'a ¹⁾, какъ мною уже было упомянуто, не существуютъ, и я такимъ образомъ имѣю, въ качествѣ сравнительныхъ цифръ другихъ родовъ освѣщенія съ спирто-калильнымъ, только свои собственныя отъ газоваго и керосинового освѣщенія. Н. Chr. Geelmuyden при примѣненіи Auer. v. Welsbach'скихъ горѣлокъ нашелъ, что количество продуцируемой при этомъ CO равнялось 0,02 объемнымъ процентамъ. Бунзеновская горѣлка, къ которой притокъ воздуха

снизу былъ закрытъ, по моимъ изслѣдованіямъ, содержитъ больше CO, чѣмъ Auer. v. Welsbach'ская горѣлка, а именно, 0,03359% CO. Для обѣихъ керосиновыхъ лампъ, подвергнутыхъ мною изслѣдованію, я нашелъ: а) для 8^{'''} лампы — 0,01679% CO, б) для 14^{'''} лампы „Mondbrenner“ — 0,0196% CO.

Образующіяся при спиртокалильномъ освѣщеніи, количества окиси углерода весьма незначительны, какъ видно изъ вышеприведенной таблицы, такъ что спирто-калильные лампы занимаютъ преимущественное мѣсто среди всѣхъ этихъ родовъ освѣщенія. Изъ всѣхъ горѣлокъ, подлежащихъ изслѣдованію, самое меньшее количество CO образуется при горѣлкѣ „Денайрузъ“.

IV. Количественное опредѣленіе кислорода.

Количественное опредѣленіе кислорода въ горючихъ газахъ даетъ указаніе на совершенство конструкціи лампъ, такъ какъ при очень сильной тягѣ расходуется мало этого газа, а при плохой тягѣ много. Въ первомъ случаѣ притокъ воздуха очень силенъ и охлаждаетъ калильную сѣтку, во второмъ случаѣ же, могутъ являться продукты неполнаго сгоранія.

Свѣтящаяся вещества никогда не поглощаютъ всецѣло всего количества кислорода, доставляемаго воздухомъ, но для нормальнаго сгоранія необходимъ достаточный притокъ воздуха. Они нуждаются въ гораздо большемъ количествѣ воздуха и кислорода, чѣмъ возможно въ теоріи.

Для количественнаго опредѣленія кислорода я воспользовался объемнымъ методомъ съ помощью шипетки, который основывается на поглощеніи кислорода разными поглотительными средствами. Изъ послѣднихъ я избралъ методъ съ пирогалловокислымъ калиемъ, который имѣетъ то преимущество, что онъ весьма быстро выполнимъ и даетъ весьма точныя опредѣленія; это дѣлаетъ его весьма пригоднымъ для

¹⁾ Archiv f. Hygiene, Bd. XXII, pag. 118. Н. Chr. Geelmuyden: „Über die Verbrennungsprodukte d. Leucht gases“.

сравнительныхъ опытовъ. Растворъ пирогалловокислаго калия я приготовилъ, разбавивъ 5 гр. пирогалловой кислоты въ 15 куб. с. дистиллир. воды, затѣмъ я наполнилъ этимъ растворомъ составленную поглотительную пипетку, вслѣдъ за этимъ прилилъ 128 гр. ѣдкаго калия, раствореннаго въ 80 куб. с. дистиллир. воды и взбалтываніемъ смѣшалъ оба раствора. Для опредѣленія количества кислорода въ воздухѣ, вытянутомъ изъ ламповаго стекла, я собралъ воздухъ черезъ опущенную въ отверстие стекла стеклянную трубку съ помощью аспиратора въ 1-ую бутылъ его и оттуда уже переводилъ въ пипетку Непре'я въ опредѣленныхъ объемныхъ количествахъ, руководствуясь при отмѣриваніи всякій разъ показаніями манометра пипетки. Альдегиды и кислоты, содержащіяся въ изслѣдуемомъ воздухѣ, поглощались предварительно ѣдкой щелочью. Слѣдовавшее затѣмъ поглощеніе кислорода пирогалловокислымъ калиемъ въ самыхъ пипеткахъ Непре'я, производилось до тѣхъ поръ, пока дальнѣйшее уменьшеніе объема уже болѣе не наблюдалось. Полученная убыль объема воздуха, соответствующая содержанію въ немъ кислорода, пересчитывалась на проценты, по отношенію къ взятому для анализа воздуху. Результаты этихъ изслѣдованій были слѣдующіе.

Количество кислорода, выходящее изъ стекла, вообще для отдѣльныхъ спирто-калильныхъ лампъ.

а) для Денайрузы	16,47 %	О.
б) „ Штобвассера	9,65 %	„
в) „ Амора	12,24 %	„
г) „ S finale 14'''	10,97 %	„
д) „ S finale 10'''	10,837 %	„
е) „ Рустикуса	12,86 %	„
ж) „ Фронтбренера	9,95 %	„

Горящіе газы свѣтящагося пламени керосиновыхъ или

газовыхъ лампъ заключаютъ отъ 8—16% кислорода¹⁾, а спиртовыхъ лампъ, по произведеннымъ мною анализамъ, отъ 9,65—16,47 % кислорода. Самой богатой кислородомъ горѣлкой оказалась „Денайруза“, съ содержаніемъ 16,47% О въ горящихъ газахъ.

Гигіеническая оцѣнка спирто-калильнаго освѣщенія по продуктамъ горѣнія.

Соответственно характеру освѣтительнаго матеріала, употребляемаго при спирто-калильномъ освѣщеніи, главными продуктами сгоранія являются, какъ уже было отмѣчено, вода и углекислота, при чемъ второй продуктъ незначительно превышаетъ первый, въ то время какъ при свѣтильномъ газѣ главнымъ продуктомъ горѣнія является вода. Образованіе воды при газовомъ освѣщеніи является наибольшимъ, въ то время какъ при другихъ родахъ освѣщенія разница въ образованіи водяныхъ паровъ не такъ велика. ~~Изъ~~ Cramer'у²⁾ сало и стеаринъ, по мѣрѣ всего сгораютъ въ воду, за ними слѣдуютъ керосинъ и парафинъ. Далѣе онъ замѣчаетъ: „Испареніе воды имѣетъ большое значеніе по той причинѣ, что оно увеличиваетъ содержаніе нашего комнатнаго воздуха на столько, что болѣе сильное продуцированіе водяныхъ паровъ можетъ вызвать непріятное чувство и даже вредно вліять на наше здоровье“. По Cramer'у³⁾ продуцированіе угольной кислоты при употребленномъ матеріалѣ въ высшей степени неодинаково: при керосинѣ сравнительно наивыше, незначительнѣе при парафинѣ, салѣ и стеаринѣ, и меньше всего при свѣтильномъ газѣ (при одинаковыхъ условіяхъ горѣнія). Своеобразное

1) Rubner, Lehrbuch der Hygiene, 1907. pag. 291.

2) Archiv f. Hyg. Bd. X, pag. 318.

3) Arch. f. Hyg. Bd. X, pag. 315.

явление наблюдать Cramer при керосиновых лампах, что при опытах, длившихся болѣе короткое время, сгорание углерода было менѣе полное, чѣмъ при опытахъ, длившихся 8—12 часовъ.

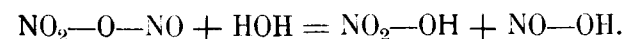
C. Oberdieck¹⁾ выражается къ вопросу о загрязненіи воздуха продуктами неполнаго сгоранія слѣдующимъ образомъ: „Хотя я, соглашаясь съ Erismann'омъ и Cramer'омъ, и не вижу сколько-нибудь точнаго масштаба въ расходованіи угольной кислоты и воды, при загрязненіи воздуха продуктами неполнаго сгоранія, то пусть прилагаемая цифровая данія все же послужатъ намъ для того, чтобы получить общій поучительный взглядъ относительно уклонений освѣтительныхъ матеріаловъ и освѣтительныхъ приспособлений.“ Дальше онъ говоритъ, что получается другой взглядъ, если сравнить количество, образуемой при горѣніи свѣчи, углекислоты съ продуцированіемъ угольной кислоты при другихъ источникахъ свѣта равной силы. Большое пламя даетъ здѣсь, при равномъ расходѣ матеріала, относительно больше свѣта, чѣмъ слабое. Что касается накопленія комнатнаго воздуха водой и углекислотой, продуцируемыми спирто-капельными лампами, то едва-ли онѣ могутъ въ такихъ количествахъ причинять какой-нибудь вредъ.

Изъ кислотъ, образующихся при спиртовомъ освѣщеніи, нужно особое вниманіе обратить на азотную кислоту. На сколько мое мнѣніе оправдывается, постараюсь изложить подробно въ слѣдующемъ. При всякомъ горѣніи образуются слѣды окиси азота. Cramer²⁾ находитъ, что образованіе послѣднихъ происходитъ черезъ непосредственное окисленіе атмосфернаго азота въ пламени, и при этомъ указываетъ,

1) Archiv. f. Hyg., Bd. XXXIII, pag. 251. C. Oberdieck: „Über Beleuchtung mit Petroleum.“

2) Ibid. Bd. X, pag. 283. Cramer: „Die Verbrennungswärme d. gebräuchl. Beleuchtungsmater. u. über d. Luftverunreinigung d. d. Beleuchtung“.

что сначала образуется азотноватая кислота, которая весьма непостоянна, и подъ вліяніемъ воды тотчасъ же переходитъ въ азотную и азотистую кислоты. Stohmann, Berthelot и Rubner¹⁾ впервые доказали, что, при сгораніи безазотистыхъ веществъ, въ калориметрической водѣ образуются существенныя количества окиси азота. Сомнительно, можетъ ли вообще азотистая кислота существовать въ парообразномъ состояніи, особенно при болѣе высокой температурѣ. G. Lesage²⁾ утверждаетъ, что, хотя незначительная часть и диссоциируетъ при испареніи, „но довольно значительный остатокъ остается нерасщепленнымъ даже при излишкѣ воздуха и при высокой t°“. Witt³⁾ говоритъ, что азотистая кислота въ моментъ освобожденія распадается на NO и N₂O, и по его мнѣнію подтверждаетъ тотъ фактъ⁴⁾, что въ спектрѣ N₂O₃ находятся многочисленныя темныя линіи, которыя вполне соответствуютъ характернымъ для азотноватой кислоты линіямъ. Слѣдуетъ считать доказаннымъ, что N₂O₄ при самыхъ высокихъ температурахъ остается постоянной, и такъ какъ A. Grove⁵⁾ опредѣляетъ t° горѣлки Argand'a приблизительно въ 1372°, то уже вѣроятно, что при болѣе интенсивномъ сгораніи образуется N₂O₄, а не N₂O. Известно, что при введеніи N₂O₄ въ H₂O происходитъ слѣдующій обмѣнъ:



Если поэтому поглотительная вода, черезъ которую проводятъ воздухъ, даетъ реакціи азотистой и азотной кислотъ, то по A. v. Bibra⁶⁾ можно прійти къ тому заключенію,

1) Zeitschrift f. Biologie, Bd. XXI, pag. 270.

2) Bericht d. chem. Ges. 1879, pag. 357 u. 1882, pag. 495.

3) Ibid. 1879, pag. 2188.

4) E. Luck, Zeitschrift. f. anal. Chem. 8, 402. — J. Moser, Wiedem. Ann. 2, 139.

5) Compt. rend. LXXXVII, pag. 979.

6) Arch. f. Hyg., Bd. 15, pag. 218. A. v. Bibra: „Verunreinigung d. Zimmerluft d. salpetrige Säure“.

что воздухъ содержалъ азотноватую кислоту. Первое указаніе, что при всякомъ горѣніи образуется азотистая кислота, исходитъ отъ Böttger'a ¹⁾.

Возникшее, между тѣмъ, мнѣніе Schönbein'a ²⁾ (1844), что при болѣе интенсивномъ горѣніи всегда образуется озонъ, привело къ тому, что вопросъ прежняго открытія былъ на долгое время оставленъ. Далѣе слѣдовали изслѣдованія Struve, C. Thau'a, Radulowitsch'a, Löw'a ³⁾, которые, какъ приверженцы Schönbein'a, были склонны болѣе или менѣе приписывать азотистой кислотѣ только 3-е мѣсто, на ряду съ озономъ и перекисью водорода, которые были ими открыты еще въ продуктахъ горѣнія. Противниками, которые отвергли это мнѣніе и подвергли его безпощадной критикѣ, на основаніи полученныхъ ими при изслѣдованіяхъ результатовъ, выступили: Böke, A. W. v. Hofman, Phil. Zoeller, E. A. Greebe, M. Berthelot, Stohmann, Wrigt и другіе ⁴⁾. Наконецъ, Louis Hosvay de N. Hosva ⁵⁾ издалъ соотвѣтствующіе подробные опыты относительно этого вопроса. Онъ приходитъ къ тому заключенію, что при интенсивномъ сгораніи образуются не озонъ и перекись водорода, но высшіе окислы азота, которые можно узнать по реакціямъ азотистой и азотной кислотъ. Это указаніе подтвердили вполнѣ Rubner ⁶⁾ и Cramer ⁷⁾, которые потрудились надъ полученіемъ абсолютныхъ данныхъ для высшихъ окисловъ азота.

Это обзорніе различныхъ трудовъ, относительно опре-

1) Jahresb. über d. Fortschritte d. Chemie, 1861, pag. 153.

2) Berzelius: Jahresbericht 1846, pag. 100.

3) Arch. f. Hyg., Bd. XI, pag. 219, A. v. Bibra.

4) Arch. f. Hygiene, Bd. 15, pag. 220, A. v. Bibra.

5) Bull. soc. chim. d. Par. 1889, II pag. 377 ff. — Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1889, 793 ff.

6) Zeitschrift f. Biologie XXI, pag. 270.

7) Journal f. Gasbeleuchtung u. Wasserversorg. 1891, 65 ff. — Arch. f. Hyg., Bd. X, pag. 321.

дѣленій азота, я обязанъ былъ дать, чтобы моему мнѣнію, относительно образованія азотистой кислоты и вмѣстѣ съ тѣмъ непригодности денатурированія, при помощи пиридиновыхъ основаній, какъ вещество, содержащее азотъ, дать настоящее значеніе.

При сгораніи алькоголя въ присутствіи азота образуется прежде всего сложный эфиръ азотной кислоты ¹⁾, который при дальнѣйшемъ дѣйствіи на алькоголь даетъ продукты, какъ уксусную кислоту, глюксалевую кислоту и т. д. Если и могутъ образоваться такіе же продукты окисленіемъ атмосфернаго азота при горѣніи алькоголя, то они будутъ образовываться въ такихъ минимальныхъ количествахъ, что едва ли будетъ возможно привести доказательство для присутствія упомянутыхъ продуктовъ, за исключеніемъ уксусной кислоты. Изъ этого вытекаетъ, что денатурированіе, при помощи пиридиновыхъ основаній, способствуетъ образованію названныхъ продуктовъ и естественно еще болѣе способствуетъ неполному сгоранію спирта, какъ свѣтящагося вещества, что является весьма нежелательнымъ. Основываясь на выписканномъ, можно a priori сказать, что для денатурированія спирта азотсодержащія вещества являются непригодными. При количественномъ опредѣленіи кислотъ, кромѣ угольной, я могъ ограничиться опредѣленіемъ только общаго количества ихъ по отношенію къ $\frac{1}{10}$ норм. баритовой воды. Въ результатѣ моихъ опытовъ получилъ я столь незначительное общее количество кислотъ, что онѣ, съ точки зрѣнія гигиены, едва ли могутъ быть вредными для здоровія. Относительно открытія азотной кислоты, мои изслѣдованія расходятся съ работою Dr. В. Н. Пескова ²⁾, который въ продуктахъ горѣнія горѣлки „Денайрузы“ не нашелъ присутствіе азотной кис-

1) Muspratt, technische Chemie 1888.

2) Dr. В. Н. Песковъ: „Спиртовое освѣщеніе и его примѣненіе въ домашнемъ быту“. II изданіе 1906 г.

лоты. О дѣйствіи газовъ, происходящихъ при горѣніи стеариновыхъ свѣчей и свѣтильнаго газа, Cramer¹⁾, на основаніи произведенныхъ имъ опытовъ съ животными, находитъ, что животныя съ крѣпкимъ организмомъ могутъ противостоять вліянію происходящихъ при горѣніи газовъ и что человѣкъ, при непродолжительномъ дѣйствіи этихъ газовъ, не получаетъ вреда, тѣмъ болѣе, что органы обонянія предостерегаютъ человѣка отъ дѣйствій въ сильной степени загрязненнаго воздуха. Изъ его опытовъ съ большой ясностью вытекаетъ, по-видимому, то обстоятельство, что въ продуктахъ, образующихся при горѣніи свѣтильнаго газа, главнымъ образомъ, является азотистая кислота вреднымъ элементомъ. Хотя Cramer, основываясь на добытыхъ имъ при опытахъ результатахъ, не считаетъ газовое освѣщеніе относительно безвреднымъ, однако, А. v. Bibra²⁾ указываетъ на токъ фактъ, что, подъ вліяніемъ продуктовъ окисленія азота, происходитъ поврежденіе слизистой оболочки дыхательныхъ путей, но при этомъ весьма возможно, что образуется въ крови метатемоглобинъ. Во всякомъ случаѣ мы имѣемъ основаніе предполагать, что, при сгораніи свѣтильнаго газа, образуется особенно большое количество азотной кислоты, что отчасти приписывается высокой температурѣ пламени, которая способствуетъ окисленію атмосфернаго азота, отчасти же зависитъ отъ содержанія амміака въ свѣтильномъ газѣ.

Другой составной частью, образующихся при горѣніи газовъ, является окись углерода, появляющаяся при неполномъ сгораніи освѣтительнаго матеріала, и при томъ могущая принести гораздо болѣй вредъ. Ядовитость окиси углерода, какъ извѣстно, зависитъ отъ свойства этого

1) Arch. f. Hyg., Bd. X, pag. 330. Cramer: „Die Verbrennungswärme d. gebräuchl. Beleuchtungsarten etc“.

2) Arch. f. Hyg. Bd. XV, pag. 238, A. v. Bibra: „Verunreinigung d. Zimmerluft d. salpetrige Säure“.

соединенія, вытѣснять часть кислорода изъ оксигемоглобина и присоединять гемоглобинъ. Относительно границы ядовитости CO, Geelmuyden¹⁾ говоритъ, что на кровь животныхъ, дышавшихъ воздухомъ, содержащемъ отъ сгоранія свѣтильнаго газа 0,02 объемн. % окиси углерода, послѣдняя не оказываетъ вліянія. По крайней мѣрѣ, въ этомъ случаѣ нельзя доказать присутствіе CO въ крови. Присутствіе CO въ крови можно доказать при 0,03% содержанія окиси углерода въ воздухѣ, а ядовитость CO обнаруживается при 0,05% содержанія²⁾. Далѣе Geelmuyden принимаетъ, найденное имъ количество CO, безвреднымъ для здоровья, — предположеніе, которое вполне подтвердилось при его опытахъ съ животными. Ссылаясь на эти данныя и сравнивая ихъ съ количествомъ CO, образующимся при спирто-калильномъ освѣщеніи, можно послѣднія считать совсѣмъ безвредными для здоровья.

Опредѣленіе количества кислорода, въ горючихъ газахъ освѣтительныхъ матеріаловъ, имѣетъ то значеніе, что показываетъ, есть ли достаточный притокъ воздуха къ горѣлкамъ, и можетъ ли такимъ образомъ сгораніе матеріала быть полнымъ. Средствомъ для узнаванія незначительныхъ измѣненій количественнаго содержанія кислорода, можетъ поэтому служить свѣтящееся пламя, которое гаситъ тускло, если нѣтъ достаточнаго количества кислорода въ воздухѣ. Какъ изъ приведенныхъ цифръ опредѣленія количества кислорода въ спирто-калильномъ освѣщеніи видно было, обладаетъ послѣднее богатымъ содержаніемъ кислорода въ горящихъ газахъ, на что слѣдуетъ обратить особое вниманіе, ибо недостаточный притокъ воздуха обуславливаетъ только что названныя не-пріятныя явленія.

Итакъ, сдѣлавъ детализированное разсматриваніе всѣхъ

1) Arch. f. Hyg., Bd. XXII, pag. 118. H. Chr. Geelmuyden: „Über d. Verbrennungsproducte d. Leuchtgasen.“

2) Hempel, Gasanalytische Methoden.

продуктовъ, образующихся при спирто-калильномъ освѣщеніи, нужно прити къ тому заключенію, что они образуются, исключая воду и угольную кислоту, въ очень незначительныхъ количествахъ, и что уменьшеніе этихъ послѣднихъ при другой денатураціи спирта весьма возможно, что опять подняло бы цѣнность этого освѣщенія. На сколько ли вредны эти продукты горѣнія въ совокупности, не могу окончательно выяснить, такъ какъ этотъ вопросъ лежитъ внѣ моей компетенціи и подлежитъ подробному разъясненію медика.

III. Физическій отдѣлъ.

Фотометрическія измѣренія.

Изслѣдованіе всякаго источника освѣщенія съ физической точки зрѣнія обнимаетъ, съ одной стороны, образованіе тепла, вслѣдствіе сгоранія освѣтительнаго матеріала, а также образованіе, издаваемой источникомъ, лучистой теплоты; съ другой стороны, эти изслѣдованія, конечно, должны касаться самыхъ существенныхъ свойствъ cadaго освѣтительнаго прибора, — количества и качества свѣта. Что касается количества теплоты, образуемой спирто-калильными лампами, то мнѣ, къ сожалѣнію, не удалось заняться ея опредѣленіемъ, вслѣдствіе невозможности достать въ Юрьевѣ большихъ калориметровъ, нужныхъ для такого рода изслѣдованій.

Для непосредственнаго опредѣленія количества калорій, даваемой лампой, въ настоящее время наиболѣе пригоднымъ слѣдуетъ считать калориметръ Юнкера, въ который можно вставить всю лампу.¹⁾

Выполнить же этотъ пробѣлъ, путемъ теоретическихъ расчетовъ сгоранія спирта, едва-ли было-бы въ данномъ

1) Hyg. Rundschau, 1895. M. Rubner „Über Gasglühlicht.“ — Archiv f. Hyg. Bd. X, pag. 283. Cramer: „Die Verbrennungswärme d. gebräuchlichsten Beleuchtungsmaterialien etc.“

случаѣ умѣстно, такъ какъ результаты этихъ расчетовъ все-таки были-бы далеки отъ непосредственныхъ измѣреній калориметрическаго эффекта каждой лампы. Точно также мнѣ не удалось опредѣлить и лучистую теплоту спиртокалильных лампъ. Опредѣленіе лучистой теплоты свѣтовыхъ источниковъ въ калоріяхъ, представляетъ, само по себѣ, весьма большія затрудненія, вслѣдствіе недостаточности методики, пригодной для этого.

Для опредѣленія лучистой теплоты Rubner'омъ¹⁾ предложенъ методъ, сущность котораго заключается въ томъ, что измѣряемая теплота принималась на заключенный термоэлектрическій столбикъ, отъ котораго токъ проводился черезъ мультипликаторъ или буссоль Wiedemann'a. По отклоненію спирали опредѣлялось количество теплоты, испускаемой источникомъ свѣта, при чемъ расчетъ велся по особой для этого выработанной формулѣ. Аппаратъ градуировался при помощи шара, наполненнаго нагрѣтой ртутью, излучающаго со своей поверхности опредѣленное количество тепловыхъ единицъ. Этотъ методъ опредѣленія лучистой теплоты вызвалъ споръ со стороны Reichenbach'a. Въ разборъ полемики я входить здѣсь не буду, но воспользуюсь этимъ обстоятельствомъ для того, чтобы еще разъ указать на то, что для опредѣленія лучистой теплоты свѣтящихся тѣлъ, мы не имѣемъ безспорнаго метода, и желающему заняться этимъ пришлось бы предварительно отнестись критически къ существующему, и сдѣлать основательную провѣрку его, что само собою, разумѣется, могло-бы послужить предметомъ особой работы.

Фотометрическія изслѣдованія спирто-калильных лампъ.

Для измѣренія силы свѣта придуманы различные остроумные способы. Изученіемъ ихъ занимается фотометрія,

1) Archiv f. Hygiene, Bd. XXIII, pag. 110. Rubner: „Die strahlende Wärme irdischer Lichtquellen in hygienischer Hinsicht.“

приобрѣвшая громадное практическое значеніе. Сравненіе и опредѣленіе силы свѣта происходитъ на основаніи физиологическаго воздѣйствія на глазъ. Но глазъ, самъ собою, не обладаетъ въ достаточной мѣрѣ способностью опредѣлять въ количественномъ отношеніи силу свѣта двухъ свѣтовыхъ источниковъ; онъ требуетъ помощи со стороны особыхъ аппаратовъ, называемыхъ фотометрами. Фотометры имѣютъ цѣлью представлять глазу благоприятныя условія для сравненія и облегчить ему опредѣленіе достоинства свѣта. При устройствѣ фотометровъ, имѣли въ виду тотъ, основанный на опытѣ, фактъ, что глазъ сравнительно легко можетъ различить, въ равной-ли степени освѣщены два рядомъ лежащихъ равномерно освѣщенныхъ поля, и что глазъ еще легче и увѣреннѣе можетъ уловить, равно-ли свѣтло или темно два симметрически расположенныхъ освѣщенныхъ поля отдѣляются отъ третьяго. При моихъ работахъ я пользовался фотометромъ Leonhard Weber'a, представляющимъ передъ другими такими же приборами тѣ достоинства, что имъ можно, съ одной стороны, изслѣдовать непосредственно источники свѣта и, съ другой, измѣрять освѣщеніе какого-нибудь предмета, что съ гигиенической точки зрѣнія представляетъ большое значеніе. Вмѣстѣ съ тѣмъ приборъ Weber'a позволяетъ точно сравнивать источники свѣта одинаковой окраской пламени, какъ желтаго, такъ и бѣлаго. Для меня это особенно было важно, такъ какъ свѣтъ спиртокалильной лампы представляется болѣе бѣлымъ, тогда какъ свѣтъ бензиновой лампочки, помѣщающейся въ приборѣ, имѣетъ желтоватую окраску. Такъ какъ подробное описаніе прибора Weber'a имѣется въ руководствахъ Rubner'a „Lehrbuch der Hygiene“, 6 Auflage, 1899. и Lehmann'a „Die Methoden der prakt. Hygiene“ Ausg. 1904. и др., то я ограничусь здѣсь лишь самымъ краткимъ напоминаніемъ главнѣйшихъ составныхъ частей его, такъ какъ это значительно облегчитъ и пониманіе и оцѣнку моихъ приѣмовъ, при производствѣ свѣтовыхъ

опредѣлений съ испытываемыми лампами. Фотометръ Weber'a состоитъ изъ горизонтальной трубочки и другой трубки, перпендикулярной первой и вращающейся вокругъ нея въ видѣ оси. Въ первой трубочкѣ заключена бензиновая лампочка, служащая для сравненія съ свѣтовымъ источникомъ. Наблюденіе за бензиновымъ пламенемъ производится черезъ покрытую людяною пластинкой щель.

Позади щели въ фонарчикѣ помѣщается небольшое зеркальце, съ обѣихъ сторонъ ограниченное раздѣленными на миллиметры скалами, съ помощью которыхъ можно точно контролировать, имѣетъ-ли пламя предписанную высоту въ 20 миллиметровъ. Во вторую трубку направляется свѣтъ отъ испытываемаго источника, который сравнивается со свѣтомъ бензиновой лампочки, опредѣленной свѣтовой силы, при чемъ съ помощью призмы Lummer-Brodhun'a, и тотъ и другой переводится въ окуляръ прибора, одинъ въ видѣ кружка, а другой въ видѣ окружающаго его кольца. Уравненіе освѣщенія того и другого достигается, съ одной стороны, вставленіемъ въ особую коробку второй трубки молочныхъ стеколъ между испытываемымъ источникомъ свѣта и приборомъ, а, съ другой стороны, передвиженіемъ діафрагмы изъ матоваго стекла въ трубкѣ, содержащей бензиновую лампу. Матовыя стекла имѣютъ назначеніе ослабить слишкомъ яркій свѣтъ; поглощенный ими свѣтъ выражается въ опредѣленныхъ особо поставленныхъ цифрахъ (константы), принимается при вычисленіи въ расчетъ и приравнивается къ свѣту бензиновой лампы. Эти цифры для такихъ расчетовъ обозначены въ особыхъ таблицахъ въ брошюркѣ, прилагаемой къ фотометру. Болѣе точное уравненіе производится передвиженіемъ діафрагмы, находящейся передъ бензиновой лампой. Вычисленіе результатовъ, послѣ того какъ освѣщеніе обоихъ круговъ будетъ одинаково, производится по слѣдующей формулѣ:

$$J = C \cdot \frac{R^2}{r^2} \quad (1)$$

гдѣ J — сила свѣта испытываемаго источника, R — разстояніе его отъ трубы, r — разстояніе діафрагмы отъ бензиновой лампы и C — константъ, находямый въ таблицахъ. Такой расчетъ годенъ однако лишь тогда, если окраска пламени въ томъ и другомъ случаѣ одинакова.

Такъ какъ, подвергнутый мною изслѣдованію, источникъ свѣта имѣлъ другое окрашиваніе, нежели свѣтъ, исходившій отъ источника, служившаго для сравненія, то я долженъ былъ прибѣгнуть къ другому вычисленію силы свѣта, а именно, къ опредѣленію силы свѣта красныхъ лучей (R) и зеленыхъ (G) отдѣльно. Отношенію силы свѣта тѣхъ и другихъ $\frac{G}{R}$ соответствуетъ факторъ K , опредѣленный заранѣе и находямый въ таблицѣ; умноженіе его на силу свѣта, найденную для красныхъ лучей (R), даетъ величину, опредѣляющую силу свѣта всѣхъ другихъ лучей спектра вмѣстѣ, т. е. силу свѣта испытываемаго источника. Эта величина вычисляется по формулѣ $J = k \cdot R$ (II). Для этихъ опредѣленій въ окулярѣ прибора имѣется зеленое и красное стекло. Измѣренія я производилъ слѣдующимъ образомъ. Фотометръ для данной цѣли я устанавливалъ на столѣ, какъ разъ напротивъ изслѣдуемаго источника свѣта. Затѣмъ я манипулировалъ краснымъ стекломъ передъ отверстіемъ окуляра и устанавливалъ его такъ, чтобы кругъ и кольцо, смотря въ окуляръ, казались мнѣ равно свѣтлыми. Послѣ неоднократнаго, одно за другимъ слѣдовавшаго, установленія молочныхъ стеколъ и тщательнаго урегулированія бензиновой лампочки, служившей мнѣ сравнительнымъ свѣтовымъ источникомъ, высота которой равнялась 20 мм., я предпринималъ нѣсколько установленій и каждый разъ отсчитывалъ разстояніе въ сантиметрахъ; съ зеленымъ стекломъ, установленнымъ для второго измѣренія, тоже предпринималъ я установленія. Изъ всѣхъ отсчитываній r , а также изъ отсчитыванія высоты пламени бензиновой лампочки, до и послѣ вставленія молочнаго стекла,

я бралъ арифметическое среднее. Силу свѣта = J, какъ для краснаго, такъ и зеленаго цвѣта изслѣдованнаго свѣтоваго источника, опредѣлилъ по вышеприведенной формулѣ (I) въ свѣчахъ Hefner'a. Затѣмъ я вычислилъ отношеніе G и R и, отыскивая въ таблицѣ соответствующую цифру, опредѣлилъ такимъ образомъ результатъ всего измѣренія по формулѣ (II).

Полученный результатъ выражался всегда въ свѣчахъ Hefner'a и обозначаетъ, сколькоимъ единицамъ этой мѣры отвѣчаетъ интенсивность свѣта испытуемой лампы. Для болѣе удобнаго вычисления, фотометръ всегда устанавливался на разстояніи 100 сантиметровъ отъ, подлежащаго изслѣдованію, источника свѣта. Примѣръ: лампа „Аморъ.“ При устанавливаніи краснаго стекла $r = 21,2$ сантиметр. Для поглощенія свѣта лампы, въ приборъ вставлены пластинки 3 и 4.

Сила свѣта для краснаго:

$$R = 1,060 \cdot \frac{100 \cdot 100}{21,2 \cdot 21,2} = 23,5744.$$

При изслѣдованіи зеленымъ стекломъ, $r = 13,7$ сантим.. Отсюда вычисляется свѣтовая сила для зеленаго стекла:

$$G = 1,060 \cdot \frac{100 \cdot 100}{13,7 \cdot 13,7} = 56,4874.$$

$$\text{Отношеніе } \frac{G}{R} = \frac{56,4874}{23,5744} = 2,39.$$

Этому числу соответствовала въ таблицѣ цифра $k = 1,8$. Конечнымъ результатомъ я получилъ:

$$J = k \cdot R = 1,8 \cdot 23,57 = 42,4 \text{ свѣч. Hefner'a.}$$

Въ нижеслѣдующемъ привожу результаты моихъ фотометрическихъ измѣреній въ Hefner'овскихъ свѣчахъ для отдѣльныхъ спиртовыхъ лампъ:

Штобвассеръ	= 42—45 НК ¹⁾
Денайруза	= 24—26 „
S finale 14'''	= 50—55 „
Фронтбреннеръ	= 37—40 „
S finale 10'''	= 19—23 „
Аморъ	= 42—44 „
Рустикусъ	= 38—40. „

Для сравненія привожу цифры нѣкоторыхъ другихъ источниковъ свѣта: ²⁾

маленькая керосиновая лампа	= 4—5 свѣчей
средняя „ „	= 10—12 „
большая „ „	= 20—30 „
газовая горѣлка	= 15—25 „
горѣлка Argand'a	= 12—28 „
горѣлка Ауэра	= 50—70 „
электрич. лампа накаливанія	= 10—100 „

Для трехъ газовыхъ лампъ принять расходъ газа въ 150 L въ часъ.

Измѣреніемъ силы свѣта какого-либо пламени нельзя въ общемъ опредѣлить, на сколько свѣтло, освѣщенное подобными источниками свѣта, помѣщеніе въ отдѣльныхъ частяхъ. Вычисления были бы весьма сложны, если бы принимали въ расчетъ такія обстоятельства, какъ напр., рефлектированный свѣтъ стѣнами.

Для измѣренія такого, рефлектированнаго отъ освѣщенной поверхности, свѣта Weber устанавливаетъ особую единицу мѣры — метровую свѣчу.

1) НК = Hefner'овская свѣча (1 свѣтов. единица Hefner — Alteneck'a = 0,817 германск. парафинов. свѣчи = 0,10 французск. Carcel'евской единицы = 0,893 англійской спермацетовой свѣчи). [W. Prausnitz, Основы гигиены, 1904].

2) K. Lehmann, „Die Methoden d. praktischen Hygiene, pag. 578. Ausg. 1904.

Подъ этимъ терминомъ разумѣется количество свѣта, получаемое бѣлой матовой поверхностью, освѣщенной одной нормальной свѣчей, (въ данномъ случаѣ Нefner'овской свѣчей) находящейся отъ нея на разстояніи одного метра и расположенной перпендикулярно къ ней. При этомъ для сравненія принимается освѣщеніе того пункта бѣлой матовой плоскости, на которую падаетъ перпендикуляръ, опущенный изъ источника свѣта. Если говорить, напр., о силѣ освѣщенія какой-либо плоскости рабочаго стола, что она равна 50 метросвѣчамъ, то это значитъ, что она освѣщена такъ же сильно, какъ если бы свѣтъ падалъ отъ 50 Нefner-овскихъ свѣчей, расположенныхъ на разстояніи одного метра отъ плоскости рабочаго стола.

Для опредѣленія силы освѣщенія въ метровыхъ свѣчахъ для рабочаго стола, я производилъ измѣренія на опредѣленномъ разстояніи источниковъ свѣта, а именно, спиртокалильных лампъ, отъ освѣщеннаго мѣста, избравъ для всѣхъ лампъ разстояніе въ 50 цент. м., на которомъ лучистая теплота уже не является обезпечивающей.

Опыты я производилъ слѣдующимъ образомъ: спиртокалильную лампу я установилъ на вышеуказанномъ разстояніи отъ картоннаго экрана и направилъ тубусъ фотометра на середину этого экрана; послѣ этого я представилъ себѣ мысленно опредѣленный пунктъ въ серединѣ экрана и далъ тубусу такое направленіе, что, между нимъ и мысленно устроеннымъ пунктомъ, образовался уголъ, не больше чѣмъ въ 30°, при этомъ наблюдалъ, что ни я, какъ наблюдатель, ни фотометръ не бросали тѣни на экранъ. Опыты съ краснымъ и зеленымъ свѣтомъ были обставлены и произведены такимъ же образомъ, какъ выше было описано, но вмѣсто формулы $J I$, бралъ формулу $E I$, гдѣ $E = C \cdot \frac{10000}{r^2}$ метросвѣчамъ. C = константъ изъ таблицы, факторъ $10000 = 100 \times 100$,

т. е. выражаетъ единицу мѣры — 1 метръ, а r — разстояніе диафрагмы отъ бензиновой лампы въ сантиметрахъ.

Опредѣливъ отношеніе $\frac{G}{R}$, я отыскивалъ изъ таблицы факторъ k и умножалъ его на соотвѣтствующее R .

Примѣръ:

$$R = \frac{10000}{7,75 \cdot 7,75} = 166,5 \cdot 0,558 = 92,9$$

$$G = \frac{10000}{22,59 \cdot 22,59} = 19,98 \cdot 9,35 = 186,81$$

при этомъ, для опредѣленія R , вставилъ въ ящикъ фотометра дымовое стекло $C_1 = 0,558$, а, для опредѣленія G , дымовое стекло $C_2 = 9,350$ и составилъ отношеніе $\frac{G}{R} = \frac{186,81}{92,9} = 2,01$; отсюда, по таблицѣ, $k = 1,605$. Поэтому $E = 1,605 \times 92,9 = 149,1$ метро-свѣчамъ. —

О минимальномъ количествѣ освѣщенія и объ общихъ требованіяхъ къ источнику свѣта Rubner¹⁾ высказывается слѣдующимъ образомъ:

„Каковъ въ общемъ долженъ быть свѣтъ, чтобы избѣгать вредныхъ дѣйствій на глаза, всецѣло зависитъ отъ рода дѣятельности, какой мы себя посвящаемъ. Чтобы не толкнуться на какія-либо болѣе или менѣе крупныя препятствія на пути, необходимо незначительное освѣщеніе, для чего достаточно свѣта, испускаемаго звѣздами или луной, напротивъ, для болѣе тонкихъ работъ, необходимо повышенное освѣщеніе. Количество свѣта зависитъ, значитъ, отъ величины предметовъ, разсматриваніемъ которыхъ занимаются, отъ цвѣта предмета и отъ быстроты, съ которой предметы должны быть воспринимаемы глазомъ. Къ сожалѣнію,

1) Rubner, Lehrbuch der Hygiene, 1899, 6 Auflage, pag. 228.

въ дѣйствительности мы знаемъ еще слишкомъ мало о минимальномъ количествѣ свѣта, которое находятъ необходимымъ въ отдѣльныхъ случаяхъ. Но что касается чтенія и писанія, т. е. занятій, которыя даютъ поводъ для развитія міопіи, мы только знаемъ по произведеннымъ измѣреніямъ, что можно свободно читать, когда освѣщеніе равно 50 метр. свѣчамъ (Cohn), и что болѣе интенсивное освѣщеніе не облегчаетъ работу. Но уже отъ 50 метр. свѣчей до 10 польза въ облегченіи работы очень незначительна и въ большинствѣ случаевъ не превышаетъ количества свѣта равное 10 метр. свѣчамъ“.

Желая выяснитъ вопросъ, удовлетворяютъ-ли спирто-калильные лампы въ этомъ отношеніи общимъ требованіямъ, представляемымъ къ источникамъ свѣта, я предпринялъ измѣренія ихъ для разлитого свѣта.

Ниже излагаются результаты этихъ измѣреній для разлитого свѣта (яркость плоскости, освѣщенной источникомъ какого-нибудь свѣта) въ метровыхъ свѣчахъ, произведенныхъ для каждой спирто-калильной лампы въ отдѣльности.

Яркость разлитого свѣта на разстояніи 50 сант. лампъ отъ экрана:

для Штобассера	136 МК ¹⁾
„ Денайрузы	82 „
„ S finale 14'''	149 „
„ Фронтбреннера	119 „
„ S finale 10'''	80 „
„ Амора	139 „
„ Рустикуса	112 „

Какъ видно изъ приведенныхъ цифръ, мѣста, расположенныя на обычномъ для работы разстояніи отъ лампы,

1) МК = Метровая свѣча.

освѣщаются очень сильно спирто-калильными горѣлками. При этомъ нужно еще вкратцѣ упомянуть то обстоятельство, что калильные свѣтки со временемъ изнашиваются и вслѣдствіе этого отчасти теряется первоначальная сила свѣта. Самое сильное освѣщеніе предметовъ получается горѣлкою S finale 14'''.

Опредѣленіе блеска.

Хорошій источникъ свѣта не долженъ обладать сильнымъ блескомъ; подъ послѣднимъ Rubner понимаетъ яркость свѣта, исходящую отъ единицы поверхности, за которую онъ принимаетъ 1 квадр. сантиметръ. Количество свѣта больше въ широкой части пламени, нежели въ узкой, потому что внутри пламени свѣтовые волны поглощаются.

Въ то время, какъ съ широкой стороны можно болѣе или менѣе долгое время, не утомляя глазъ, наблюдать за пламенемъ, съ узкой же стороны это не возможно — все количество свѣта собирается здѣсь въ болѣе узкомъ мѣстѣ; вызывается миганіе глазъ.

Распределеніе свѣта на единицу поверхности пламени является, такимъ образомъ, тоже однимъ изъ свойствъ его, о которомъ слѣдуетъ упомянуть. Allard впервые произвелъ измѣренія надъ блескомъ свѣтящагося источника. E. Voit обозначаетъ блескомъ количество свѣта, (выраженное въ нормальныхъ свѣчахъ) которое исходитъ отъ 1 mm.² свѣтящейся поверхности. Rubner избралъ для единицы плоскостей болѣешую единицу — именно 1 квадратный сантиметръ.

При первыхъ сравненіяхъ и наблюденіяхъ многократно разсматривали интенсивность свѣта, распределенную какъ на общую свѣтящуюся, такъ и несвѣтящуюся поверхность; для гигиеническихъ же цѣлей важнѣе принимать въ расчетъ только свѣтящаяся поверхности пламени. При изслѣдованіи спиртокалильного пламени, не оказалось темной части пла-

мени, но полутемная имѣется вверху калильной сѣтки. Блескъ различныхъ источниковъ свѣта, съ одной стороны, зависитъ отъ специфическихъ свойствъ каждаго пламени, съ другой стороны, отъ толщины свѣтящагося слоя.

Для опредѣленія блеска спиртокалильного пламени я начерталъ, при помощи двояковыпуклаго стекла, установленнаго на двойномъ фокусномъ разстояніи отъ лампъ, изображеніе конической спирто-калильной сѣтки, зарисовалъ затѣмъ плоское изображеніе ея и измѣрилъ площадь. Такъ какъ сила свѣта была уже извѣстна, то блескъ ея получался изъ отношенія его къ зарисованной площади.

Сдѣлавъ набросокъ и нарисовавъ изображеніе пламени, я опредѣлилъ плоскость послѣдняго слѣдующимъ образомъ: набросокъ изображеній далъ фигуру, изображавшую трапецію, ввиду этого я произвелъ вычисленія $(g_1 + g_2) \cdot h$, при чемъ,

g_1 и g_2 обозначали параллельныя стороны, h — высоту, т. е. вертикальное разстояніе между двумя параллелями. Напр.:

$$\begin{array}{rcl} g_1 = 5,2 & 5,2 + 5,4 & \\ g_2 = 5,4 & 2 & = 5,3 \\ h = 2,4 & 5,3 \cdot 2,4 & = 12,72 \text{ cm.}^2 \end{array}$$

Если лампа имѣетъ, наприм., 45 НК, и свѣтящаяся плоскость равняется 12,72 cm.², то 1 cm.² испускаетъ свѣтъ 45 : 12,72, что равняется 3,543 НК.

Такимъ образомъ мнѣ удалось для каждой лампы установить слѣдующія цифры.

Блескъ спиртокалильного свѣта для:

Штобассера . . . = 3,543 НК.

Денайрузы . . . = 3,903 „

Амора = 3,416 „

Рустикуса = 3,95 „

Фронтбреннера . . = 2,976 „

„S“ finale 14''' . . = 2,644 „

„S“ finale 10''' . . = 2,839 „

При прежнихъ различныхъ обособахъ освѣщенія не замѣчался такой высокій блескъ пламени, какъ въ современныхъ, что въ настоящее время нужно приписывать стремленію къ полученію болѣе интенсивнаго пламени; но сильный блескъ вредитъ глазу, причиняетъ боли и препятствуетъ распознаванію другихъ предметовъ; очень сильный блескъ требуетъ поэтому свѣтопредохранителей изъ матовыхъ колпачковъ и съ экономической точки убыточенъ.

Для сравненія блеска различныхъ источниковъ свѣта приведу здѣсь нѣкоторыя цифры.

Блескъ ¹⁾, вычисленный для квадратнаго сантиметра, составляетъ въ Непер'овскихъ свѣчахъ для стеариновой или параффиновой свѣчи = 0,671 НК

для горѣлки Argand'a = 1,769 „

„ старой горѣлки Ауэра = 1,131 „

„ новой ²⁾ „ = 4,904 „

Электрическая калильная лампа по Renk'у имѣетъ блескъ, въ сравненіи съ горѣлкой Argand'a, приблизительно въ 7 разъ болѣе, блескъ дуговыхъ лампъ равняется 500—2000 свѣчамъ. Блескъ же солнечнаго свѣта превосходитъ эти цифры болѣе чѣмъ въ 40 разъ и равняется 89580 нормальнымъ свѣчамъ.

Изъ вышеуказанныхъ цифровыхъ данныхъ видно, что блескъ свѣта значительно увеличился, сравнительно съ прежнимъ устройствомъ освѣтительныхъ матеріаловъ.

Что касается спирто-калильныхъ лампъ, то онѣ немного уступаютъ по блеску Ауэровской газовой горѣлкѣ и, такимъ образомъ, имѣютъ нѣкоторое преимущество передъ первыми при прямомъ освѣщеніи, особенно маленькія лампы. Но все-таки онѣ даютъ весьма высокія цифры блеска, какъ нежелаемое свойство при прямомъ освѣщеніи, которое слѣдуетъ

1) Hygienische Rundschau, Jg. V, 1895.

2) При хорошемъ давленіи газа. Hyg. Rundschau Jg. V, 1895.

избѣгать, но зато оно очень выгодно для разлитого (косвеннаго) освѣщенія. Въ виду важности этого рода освѣщенія, я останавлиюсь болѣе подробно надъ этимъ вопросомъ.

Исслѣдованія о разлитомъ освѣщеніи школьныхъ комнатъ, аудиторій и мастерскихъ газо-калильнымъ свѣтомъ производили Dr. F. Kermauner¹⁾ и проф. W. Prausnitz и при этомъ нашли, что косвеннымъ освѣщеніемъ достигнуть такой родъ освѣщенія, который можно горячо привѣтствовать, какъ съ практической, такъ и съ гигиенической точки зрѣнія. Введеніемъ косвеннаго (не непосредственнаго) освѣщенія удалось освѣтить помѣщеніе, рассчитанное на большее количество людей, до такой степени равномерно, что въ любомъ мѣстѣ этого помѣщенія имѣется достаточное количество свѣта, нигдѣ не образуется тѣни, такъ или иначе мѣшающей, и, наконецъ, присутствующіе защищены отъ лучистой теплоты свѣтящихся тѣлъ.

Существенное въ косвенномъ освѣщеніи заключается въ томъ, что лучи свѣта, исходящіе отъ свѣтящихся частицъ, не достигаютъ непосредственно отдѣльныхъ мѣстъ, но при помощи рефлекторовъ, или всецѣло или частью, разбрасываются къ потолку и стѣнамъ, и оттуда уже распространяются по всѣмъ направленіямъ. Каждое, такимъ способомъ освѣщенное, помѣщеніе производитъ на насъ какое-то своеобразное, вначалѣ даже странное, впечатлѣніе. Вскорѣ, однако, мы замѣчаемъ, на сколько пріятно для глазъ, если находится въ такомъ помѣщеніи, гдѣ, ни рѣзкій свѣтъ пламени, ни лучистая теплота, насъ не утомляютъ, и гдѣ по всѣмъ направленіямъ можно хорошо видѣть.

У насъ въ Юрьевѣ, сколько мнѣ извѣстно, введено разлитое освѣщеніе съ газокالیльнымъ свѣтомъ пока въ двухъ школахъ: въ мужской гимназіи и въ школѣ дирек-

тора Грасса, гдѣ оно вполне удовлетворяетъ возлагаемыя на него требованія.

Металлъ, какъ матеріалъ для рефлекторовъ не годится, ибо при такомъ освѣщеніи теряется большая часть свѣта, хотя и при этомъ можно свободно читать. Renk¹⁾ испробовалъ абажуры, которые частью еще пропускали свѣтъ, т. е. давали смѣшанное освѣщеніе, отчасти непосредственное, отчасти косвенное.

Самыми выгодными оказались колпаки изъ стекла молочнаго цвѣта, которые имѣли форму шестистороннихъ пирамидъ.

При пользованіи металлическими рефлекторами, потеря свѣта равнялась 64,2%²⁾, а при пользованіи колпачками изъ стекла молочнаго цвѣта—35,4%³⁾, слѣдовательно, потеря свѣта сокращалась почти на одну треть. Изъ общихъ наблюдений Д-ра F. Kermauner³⁾ и проф. W. Prausnitz слѣдуетъ еще упомянуть слѣдующее: „Въ помѣщеніяхъ и залахъ для обыкновенныхъ и торжественныхъ собраній беспокоятъ глазъ свѣтящіеся нити электрическихъ калильных лампочекъ или калильные лампы Ауэра, интенсивность (блескъ) свѣта которыхъ раньше не знали, и поэтому его нигдѣ не ослабляли посредствомъ матовыхъ колпачковъ, а напротивъ, примѣненіемъ несоотвѣствующихъ колпачковъ и рефлекторовъ, даже въ значительной степени, дѣлали этотъ блескъ вреднымъ для глаза. Этого не бываетъ при непрямомъ (косвенномъ) освѣщеніи. Во всемъ помѣщеніи распредѣляется равномерный свѣтъ, и не замѣтно рѣзкаго источника свѣта. При вступленіи въ освѣщенное такимъ образомъ помѣщеніе, находятъ часто недостаточность свѣта, но, уже спустя короткое время, глазъ привыкаетъ къ этому необыкновенному, но въ

1) Renk: „Die neue Beleuchtung in den Auditorien der Universität Halle, Festschrift. 1893.

2) Menning: „Ueber indirekte Beleuchtung,“ J. D. 1892, pag. 16.

3) Arch. f. Hygiene, 1897, Bd. 29, pag. 121.

1) Arch. für Hygiene 1897, Bd. 29, pag. 107.

высшей степени симпатичному роду освѣщенія, въ особенности, когда представляется случай при чтеніи или при писаніи убѣдиться въ томъ, что освѣщеніе, на первый взглядъ кажущееся слабымъ, на самомъ дѣлѣ вполне достаточно. Далѣе слѣдуетъ при этомъ способѣ освѣщенія обратить вниманіе на то, что, при примѣненіи этого освѣщенія въ классныхъ комнатахъ или аудиторіяхъ, лекторы могутъ видѣть своихъ слушателей, при чемъ блескъ, находящагося въ помѣщеніи, пламени не ослѣпляетъ ихъ глаза. Kermauner и Prausnitz нашли, что имѣющееся въ отдѣльныхъ мѣстахъ количество свѣта при косвенномъ освѣщеніи было больше, чѣмъ при прямомъ; Это указаніе имѣетъ большое значеніе въ томъ отношеніи, что имъ доказывается не только отсутствіе потери свѣта при непрямомъ освѣщеніи, но даже увеличеніе свѣта въ отдѣльныхъ мѣстахъ какого-либо помѣщенія. Сила свѣта въ отдѣльныхъ частяхъ помѣщенія отъ горѣлки, бывшей нѣкоторое время въ употребленіи, равнялась 8,9 МК, а отъ совершенно новой горѣлки 9,5 МК (при 6 источникахъ свѣта съ колпачками, въ помѣщеніи въ 71,4 кв. м.).

Erismann¹⁾ говоритъ:

„Что касается эффекта, производимаго этимъ освѣщеніемъ, то я хочу сказать прежде всего нѣсколько словъ о субъективномъ впечатлѣніи, въ общемъ полученномъ при этомъ. Большинство посѣтителей замѣтило тотчасъ же различіе въ характерѣ освѣщенія обоихъ помѣщеній и нашло косвенное освѣщеніе весьма пріятнымъ, въ высшей степени полезнымъ для глазъ, равномернымъ и ласкающимъ глаза, но все же немного слабымъ. Но это послѣднее впечатлѣніе, послѣ короткаго пребыванія въ комнатѣ, у большинства исчезало, особенно послѣ того, какъ попросили прочитать обык-

1) Zeitschrift f. Schulgesundheitspflege, 1888, pag. 354 und „Das Museumsschulzimmer“ Internat. medic. wissenschaft. Ausstellung in Berlin, 1890, № 57.

новенный печатный шрифтъ, что при данныхъ условіяхъ было возможно безъ всякаго утомленія глазъ. Вообще, послѣ болѣе или менѣе долгаго пребыванія въ комнатѣ, впечатлѣніе, произведенное косвеннымъ освѣщеніемъ, все возрастало въ благопріятномъ смыслѣ. Количество свѣта такой образцовой классной комнаты колебалось между 8,8 и 11,6 метровыми свѣчами. Др. F. Kermauner и проф. W. Prausnitz считаютъ освѣщеніе приблизительно въ 10 метр. свѣчей въ любомъ мѣстѣ очень хорошимъ, освѣщеніе въ 7—8 метр. свѣчей хорошимъ и для любой цѣли вполне достаточнымъ.

Важнѣйшіе результаты изслѣдованій этихъ авторовъ, относительно непрямого освѣщенія помѣщеній, опредѣляются въ слѣдующихъ пунктахъ:

1) Косвенное освѣщеніе является самымъ пригоднымъ родомъ освѣщенія для аудиторій, классныхъ комнатъ и рабочихъ помѣщеній.

2) Для освѣщенія помѣщеній, каждая точка которыхъ должна имѣть равномерное количество свѣта, могутъ быть отлично приспособлены горѣлки Ауэра, свѣтъ которыхъ разбрасывается, при помощи конусообразныхъ колпачковъ, изъ стекла молочнаго цвѣта, широкимъ концомъ направленныхъ кверху.

3) Освѣщеніе, которое каждой точкѣ давало бы свѣтъ въ 9—10 метр. свѣчей, можно получить, если въ помѣщеніи, высотой приблизительно въ 4 м. и площадью приблизительно 12 кв. м., установить надлежащимъ образомъ горѣлку Ауэра. — О вліяніи цвѣта искусственныхъ источниковъ освѣщенія на остроту зрѣнія указываетъ Dr. Reichenbach¹⁾ на основаніи, произведенныхъ совместно съ проф. Des Condres, опытовъ: „Въ окончательномъ результатѣ получается то, что Nernst и Ауэровская лампы, въ силѣ освѣщенія, равной по оптическому свѣтоиспусканію, уступаютъ калильной лампѣ, по отно-

1) Zeitschrift f. Hygiene, 1902, Bd. 41, pag. 270.

шенію къ остротѣ яркости для глазъ, настолько, насколько это отвѣчаетъ уменьшенію оптической яркости на 12—14%. Nernst-лампа используетъ электрическую энергію почти вдвое больше, чѣмъ калильная лампа, а горѣлка Ауэра используетъ газъ въ 6 разъ лучше, чѣмъ горѣлка Argand'a. Превосходство обѣихъ лампъ въ экономическомъ отношеніи, значитъ, до того значительно, что немного слабая яркость свѣта ихъ не берется въ расчетъ. Повышеніемъ температуры свѣтящихся частицъ въ модныхъ источникахъ свѣта, большая процентная часть энергіи превращается въ свѣтъ; съ этимъ обстоятельствомъ, однако, связано также измѣненіе цвѣтовъ въ свѣтовомъ спектрѣ: въ то время какъ въ болѣе старыхъ источникахъ свѣта преобладаютъ красные и желтые лучи, въ болѣе новыхъ же на первомъ мѣстѣ стоятъ зеленые и синіе. Къ первой группѣ принадлежатъ керосиновые лампы, газовая горѣлка Argand'a и электрическая лампочка накаливанія, ко второй — электрическая дуговая лампа, Ауэровская горѣлка, лампа Nernst'a и спирто-калильные лампы. Для гигиены это различіе въ особенности важно потому, что лампы второй группы обладаютъ существенно меньшей способностью лучеиспусканія, что болѣе или менѣе подробно описано въ работахъ Rubner'a ¹⁾ и Д-ра Reichenbach'a ²⁾.

Итакъ, главное преимущество непрямого освѣщенія заключается въ слѣдующемъ: 1) равномерное распредѣленіе свѣта, 2) отсутствіе нарушающихъ тѣней на рабочемъ мѣстѣ, 3) невидимость пламени и 4) отсутствіе тягостныхъ явленій, обусловливаемыхъ лучистой теплотою.

Reichenbach и Des Condres называютъ яркость двухъ источниковъ свѣта, кажущую глазу одинаковымъ, — оптической яркостью, а одинаково хорошее различіе тонкихъ

¹⁾ Rubner, Arch. f. Hygiene, Bd. 23, pag. 87. Die strahlende Wärme irdischer Lichtquellen in hygienischer Beziehung.

²⁾ Reichenbach, Ibid. Bd. XXXIII, pag. 315, Über Wärmestrahlung von Leuchtflammen.

подробностей на освѣщенной ими плоскости, называютъ остротой яркости зрѣнія. Для непрямого освѣщенія можно такимъ образомъ принять въ расчетъ, наравнѣ съ Ауэровскимъ свѣтомъ, спиртокалильные лампы, которыя, какъ уже было приведено, обладаютъ высокимъ блескомъ и поэтому требуютъ ослабленія его посредствомъ матовыхъ колпачковъ, въ противномъ же случаѣ могутъ быть убыточны съ экономической точки зрѣнія. Напротивъ, при непрямомъ освѣщеніи, спиртокалильные лампы имѣютъ полное превосходство и могли бы съ успѣхомъ замѣнять газокалильное освѣщеніе вездѣ, гдѣ невозможна установка послѣдняго. Въ то время какъ свѣтовая сила Ауэровскихъ лампъ зависитъ отъ имѣющаго давленія газа, интенсивность свѣта спирто-калильныхъ лампъ остается постоянной и только послѣ нѣкотораго времени нѣсколько ослабѣваетъ. Это послѣднее зависитъ частью отъ засоренія фитиля, частью отъ порчи калильной сѣтки, что случается также съ Ауэровскимъ свѣтомъ.

Стоимость спиртового освѣщенія.

При оцѣнкѣ какого-нибудь освѣщенія, нужно обратить вниманіе и на матеріальный вопросъ: на стоимость ея. Въ этомъ отношеніи спирто-калильное освѣщеніе не находится въ такомъ благопріятномъ положеніи, какъ газокалильный и керосиновый свѣтъ. Это зависитъ отъ постепеннаго и постоянного повышенія цѣны на освѣтительный матеріалъ: денатурированный спиртъ. Общія цифры для стоимости различныхъ матеріаловъ освѣщенія, собственно говоря, нельзя давать, такъ какъ всегда мѣстныя условія будутъ при этомъ вопросѣ играть важную роль, но все-таки попробую дать приблизительныя цифры.

По д-ру В. Н. Пескову освѣщеніе въ Ст. Петербургѣ обходится для полученія 100 свѣчей въ часъ:

Освѣщеніе электр. лампы накалив. около 12,3 коп.

„	каменно-угольн. газомъ . . .	2,0 „
„	керосиновой лампой . . .	3,0 „
„	ацетиленомъ	6,0 „
„	спирто-калильн. лампами :	
„	„ „ Денайрузы . . .	1,8 „
„	„ „ Аморгъ . . .	2,0 „
„	керосино-калильн. горѣлкой	
	„Стелла.“	0,9 „

По моимъ опредѣленіямъ стоимость свѣта для отдѣльныхъ спирто-калильныхъ лампъ выше, чѣмъ приводимыя цифры Д-ра Пескова.

Такъ для полученія 100 нормальныхъ свѣчей въ часъ обходится освѣщеніе для горѣлки:

1)	Штобвассера	3,3 коп.
2)	Денайрузы	3,6 „
3)	S finale 14'''	4,2 „
4)	S finale 10'''	3,2 „
5)	Аморъ	4,0 „
6)	Рустикусъ	2,9 „
7)	Фронтбрэннера	3,5 „

Самое дешевое освѣщеніе даетъ по даннымъ цифрамъ горѣлка Рустикусъ.

Цифры, для стоимости различнаго рода освѣщенія въ г. Юрьевѣ, были мною получены отъ директора здѣшняго газового заведенія инженера Neumann'a. Различныя приведенныя газо-калильныя горѣлки отличаются другъ отъ друга только величиною.

Для полученія 100 свѣчей въ часъ требуется:
для газокалильного свѣта:

„	Zwergbrenner	0,7 коп.
„	Liliput	1,3 „

„	Normaler	2,7 коп.
„	Kohinoor	4,8 „
„	Lucaslampe	8,8 „
„	Pressgaslicht	5,2 „
„	керосиновой лампы 14''' . . .	2,3 „
„	„ „ калильной . . .	1,8 „
„	спирто-калильн. „Аморъ“ . .	4,4 „

Въ этой таблицѣ стоимость свѣта для горѣлки Аморгъ близко подходитъ къ моему опредѣленію, а приведенныя числа Д-ра Пескова — 2 коп. — составляютъ только половину дѣйствительной стоимости.

Въ Германіи по Rubner'у стоимость различныхъ родовъ освѣщенія слѣдующая:

Для полученія 100 норм. свѣчей въ часъ требуется:

		Цѣна въ коп.
для дугового свѣта	} электр.	2,5
калильного		7,1
газовая горѣлка съ накаливаніемъ . .		1,5
газовая горѣлка Argand'a		6,9
„ „ съ двумя отверстіями		17,2
ацетиленъ		4,8
спирто-калильный свѣтъ		5,2
керосинъ: больш. круглая горѣлка . .		1,5
„ „ маленькая		5,7
„ „ средній свѣтъ		4,5
лампа съ рѣпнымъ масломъ		32,1
парафинъ		66,7
стеаринъ		79,6
сало		76,8
воскъ		147,8

Какъ изъ приведенныхъ цифръ видно, спирто-калильный свѣтъ обходится пока дороже свѣтильнаго и керосинового, и такимъ образомъ не можетъ найти широкаго распространенія среди всѣхъ слоевъ общества. Единственную успѣшную конкуренцію спирто-калильный свѣтъ можетъ вести съ электрическимъ свѣтомъ накаливанія, а съ газокалильнымъ въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ проведеніе послѣдняго невозможно.

Общіе выводы изъ изслѣдованія спиртовыхъ горѣлокъ.

I. Изъ сдѣланнаго мною изслѣдованія спиртовыхъ лампъ оказывается, что въ настоящее время для утилизаціи спирта, какъ освѣтительнаго матеріала, имѣются лампы, которыя, по своему устройству и качествамъ, хотя и не вполне удовлетворяютъ требованіямъ техники и идеальной утилизаціи освѣтительнаго матеріала, но во всякомъ случаѣ совершенно пригодны, какъ для интенсивнаго освѣщенія большихъ открытыхъ пространствъ, такъ и для цѣлей домашняго комнатнаго освѣщенія.

II. Обычныя для каждаго рода освѣщенія продукты горѣнія, углекислота и вода, выбрасываемые и при горѣніи спиртовыхъ лампъ въ воздухъ и загрязняющіе такимъ образомъ его, образуются здѣсь относительно въ небольшихъ количествахъ и не приносятъ, какъ это было уже раньше отмѣчено, значительнаго вреда на организмъ. Что касается продуктовъ горѣнія несомнѣнно дѣйствующихъ вредно на процессы дыханія, каковыми на первомъ планѣ стоятъ окись углерода и азотистая кислота, то количество перваго, въ сравненіи съ образуемымъ количествомъ свѣта, значительно меньше, чѣмъ при другомъ освѣщеніи, количество же второго, судя по опытамъ, также очень незначительно, такъ что ихъ присутствіе въ загрязненномъ продуктами горѣнія воздухѣ, едва-ли можетъ оказывать вреднаго вліянія

на организмъ. Считаю не лишнимъ указать на тѣ продукты горѣнія, являющіеся специфическими для спирто-калильнаго освѣщенія и не встрѣчающіеся при другомъ родѣ освѣщенія: органическія кислоты, какъ муравьиная, укусузная и т. д. Но эти продукты горѣнія образуются въ весьма малыхъ количествахъ, такъ что, подобно вышеприведеннымъ продуктамъ, едва-ли оказываются вредными для здоровья.

III. Сила свѣта всѣхъ изслѣдованныхъ мною лампъ достаточно велика и подходитъ къ газокалильнымъ лампамъ, вошедшимъ теперь во всеобщее употребленіе.

По качеству своему свѣтъ спиртовыхъ лампъ съ калильной свѣткой не отличается отъ свѣта газокалильных лампъ, характеризующихся преобладаніемъ зеленыхъ лучей. Это качество должно быть всецѣло отнесено къ свѣченію накаливаемыхъ пламенемъ свѣтокъ. По своему дѣйствію на глаза такого рода освѣщеніе является наиболѣе пріятнымъ. Къ этому надо прибавить, что свѣтъ спиртокалильной лампы ровный, не мигаетъ, не даетъ копоти.

IV. Rubner ¹⁾ нашелъ, что красныя и желтыя лучи пламени даютъ и болѣе тепловыхъ лучей. Съ уменьшеніемъ ихъ въ газокалильномъ освѣщеніи, тяжелое вліяніе лучистой теплоты значительно уменьшилось. Также уменьшилась и теплота, обусловливаемая сгораніемъ освѣтительныхъ матеріаловъ. Все это въ одинаковой мѣрѣ относится къ спиртовому освѣщенію, несомнѣнныя преимущества которыхъ, передъ керосиновымъ и другими, будутъ заключаться, слѣдовательно, въ меньшемъ дѣйствіи тепловыхъ лучей, при сравнительно болѣе сильнѣ свѣта.

V. Блескъ спирто-калильнаго свѣта великъ. Этимъ недостаткомъ отличаются наиболѣе совершенные способы освѣщенія, какъ электрическое. Такъ какъ онъ легко наравняется

1) Hygienische Rundschau 1895. Rubner: „Über Gasglühlicht“.

абажуромъ, то, въ самомъ дѣлѣ, неблагопріятное значеніе его для освѣщенія сводится къ нулю.

Но за то, благодаря значительному блеску, спиртовое освѣщеніе можетъ найти болѣе широкое примѣненіе для освѣщенія классныхъ и другихъ помѣщеній сверху, рефлектированнымъ отъ потолка и стѣнъ свѣтомъ, а также для уличнаго освѣщенія. Впрочемъ, для послѣдняго примѣненія спиртовья лампы теперешней конструкціи, требующей большого времени для зажиганія, удобствъ не представляютъ. Другимъ препятствіемъ къ этому является и дороговизна спирта.

VI. Къ числу достоинствъ спиртового освѣщенія необходимо присоединить еще: простоту въ обращеніи съ ними, опрятность, рѣдкую порчу горѣлокъ, долговременную службу стеколъ и сравнительно незначительную опасность въ пожарномъ отношеніи.

Въ заключеніе надо сказать еще нѣсколько словъ о томъ, какое значеніе имѣетъ спиртъ для освѣтительныхъ цѣлей въ настоящее время, и какое онъ будетъ имѣть въ будущемъ.

Опыты послѣдняго десятилѣтія, когда спиртовое освѣщеніе стало конкурировать съ другими родами освѣщенія, научаютъ насъ вполне считаться съ требованіями, предъявленными къ силѣ свѣта и расходованію спирта, но при этомъ оба эти условія должны стоять въ такомъ отношеніи другъ къ другу, чтобы расходы, вызываемые подобнымъ освѣщеніемъ, не были чрезмѣрные, и чтобы этотъ способъ освѣщенія могъ бы найти болѣе широкое распространеніе. Если спиртовое освѣщеніе завоюетъ себѣ болѣе прочную, сравнительно съ газовымъ и керосиновымъ освѣщеніями, почву, то данныя лампы должны прежде всего удовлетворять предъявляемымъ къ ихъ конструкціи требованіямъ:

1. Наивозможная простота конструкціи горѣлки, которая позволяетъ ея примѣненіе.
2. Легкая перемѣна изнашиваемыхъ частей, фитиля и т. д.
3. Легкая очистка засариваемыхъ частей газовой камеры и т. д.
4. Возможно быстрое образованіе и воспламененіе газа.
5. Экономическое расходованіе спирта.

6. Хорошая изоляція газообразовательной камеры отъ бассейна, для избѣжанія нагрѣванія послѣдняго.

Относительно денатурированного спирта слѣдуетъ отмѣтить, что

1. Денатурированный для освѣтительныхъ цѣлей спиртъ, долженъ быть совершенно освобожденъ отъ налога (акциза), при чемъ убытокъ этотъ могъ бы быть пополненъ налогомъ, которымъ въ бѣльшей степени слѣдуетъ обложить, служащій въ видѣ напитковъ, спиртъ.

2. Доставленіе денатурированного спирта для публички должно быть легкое, и кромѣ того денатурированный спиртъ долженъ получаться въ любомъ количествѣ.

Положенія.

1) Для денатуразаціи спирта не должны быть примѣняемы такія средства, которыя уменьшаютъ качество, служащаго для освѣтительныхъ цѣлей, спирта.

2) Роль энзимовъ въ растительныхъ лекарственныхъ веществахъ требуетъ еще основательное изученіе.

3) Составъ осадковъ, полученныхъ отъ такъ называемыхъ общихъ реактивовъ съ алкалоидами съ другими органическими основаніями и бѣлковыми веществами, слѣдуетъ подробно провѣрить.

4) Вниманіе для судебнохимическихъ цѣлей, какъ напр., для открытія алкалоидовъ, аминовъ, амидовъ и т. п., заслуживаетъ пикролоновая кислота.

5) Кромѣ спирта для приготовленія различныхъ галеновыхъ препаратовъ — экстракта, настойки — слѣдовало бы примѣнять и разбавленные растворы органическихъ кислотъ — уксусной, лимонной и винной.

6) Постоянная единица (Standard) дѣйствующихъ началъ въ сильнодѣйствующихъ и наркотическихъ растительныхъ лекарствахъ (опія, красавки, наперстянки, волкобоя и т. д.) должна быть закономъ установлена.

Литература.

- Hygienische Rundschau 1891, pag. 521, v. Budde: „Ueber Leuchtgasvergiftung“.
- 1893, pag. 1056. J. Pelzer: „Studien über indirekte Beleuchtung“.
 - 1894, pag. 71. H. Cohn: „Ueber künstliche Beleuchtung von Hör- und Operationssälen“.
 - lb. pag. 1068. Lübbert u. Bräutigam: „Ueber d. Auerische Gasglühlicht unter besonderer Berücksichtigung der Verbrennungsprodukte derselben.“
 - lb. pag. 172. Renk: „Gutachten ueber das Auerlicht.“
 - 1895, pag. 351. Nuttall: „Ueber das Junkersche Kalorimeter u. d. Heizwert des Berliner Leuchtgases.“
 - 1896, pag. 1000. Wright: „Ueber angebliches Entweichen von Kohlenoxyd u. unverbranntem Kohlenstoff aus Steinkohlen-Gasflammen.“
 - 1898, pag. 1003. E. Bayr: „Ueber Beleuchtungsversuche d. Lehrzimmer mit direkter u. indirekter Beleuchtung etc.“
 - lb. pag. 575. Erismann: „Die künstliche Beleuchtung d. Schulzimmer.“
 - lb. pag. 277. Kermauner u. Prausnitz: „Untersuchungen über indirekte Beleuchtung etc.“
 - lb. pag. 1001. W. Wedding: „Die Kosten der gebräuchlichsten Lichtquellen.“

- 1899, pag. 1115. Erismann: „Die hygienische Beurteilung d. verschiedenen Arten künstlicher Beleuchtung etc.“
- 1901, pag. 906. Mollberg: „Ein neues Verfahren zur Beleuchtung mit Gasglühlicht.“
- 1898, pag. 783. H. Bunte: „Gasglühlicht und Acetylen n. d. neueren Entwicklung d. Flammenbeleuchtung.“
- 1907, pag. 1191. Lockemann: „Beleuchtungstabellen.“

Труды технического комитета главн. управл. неокладн. сбор. и прод. питей 1902, томъ 15, стр. 146. проф. Вериго: „По вопросу о примѣненіи спирта etc.“

Дръ мед-ны В. Н. Песковъ: „Спиртовое освѣщеніе и его примѣненіе въ домашнемъ быту.“ 1906 г.

Schillings Journal f. Gasbeleuchtung und Wasserversorgung“. 1899, Nr. 11 u. 12, pag. 173 u. 196. W. Prausnitz: „Untersuchungen ueber künstliche Beleuchtung mit Auerlicht.“

- lb. 1900, Nr. 51, pag. 971. H. Bunte: „Ueber Gasglühlicht.“
- 1901, Nr. 36, pag. 661. Auer v. Welsbach: „Zur Geschichte der Erfindung d. Gasglühlichts.“
- 1891, Nr. 23, pag. 411. H. Bunte: „Zur Theorie des Gasglühlichts.“
- 1901, Nr. 44, pag. 819. G. Drossbach: „Zur Theorie des Gasglühlichts.“
- 1902, Nr. 47, pag. 873. H. Drehschmidt: „Mitteilungen über Gasglühlicht u. Starklichtbrenner.“
- 1903, Nr. 49, pag. 1005. H. Bunte: „Die technischen Lichteinheiten.“
- — Nr. 18, pag. 349. v. Hefner-Alteneck: „Ueber Verbesserungen an d. Lichteinheit u. an einfachen Photometern.“
- — Nr. 23, pag. 445. C. Killing: „Zur Theorie d. Gasglühlichts.“
- 1905, pag. 1. W. Wedding: „Ueber d. Wirkungsgrad und d. praktische Bedeutung d. gebräuchlichsten Lichtquellen.“

- Schillings Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung. 1904, pag. 129. H. Krüss: „Das Flimmerphotometer und die Messung verschiedenfarbigen Lichts.“
- Hygienische Rundschau. 1899, pag. 691. Krüss: „Ueber einige Änderungen des Weberschen Photometers.“
- — pag. 133. Weber: „Ueber d. von Franz Schmidt u. Hänsch hergestellte Milchglas-Photometer.“
- 1905, pag. 837. Böhm: „Verfahren zur Photometrie d. Gasglühlichts.“
- Archiv für Hygiene Bd. X. pag. 283. Cramer: „Die Verbrennungswärme d. gebräuchl. Beleuchtungsmaterialien u. ueber d. Luftverunreinigung durch die Beleuchtung.“
- Bd. XXII. pag. 102. H. Chr. Galmuyden: „Ueber d. Verbrennungsprodukte d. Leuchtgases u. deren Einfluss auf die Gesundheit.“
- Bd. XXIII. pag. 87. Rubner: „Die strahlende Wärme irdischer Lichtquellen, in hygien. Hinsicht.“
- — pag. 193, 297 u. 343. Fortsetzung.
- Bd. XXIX, pag. 107. F. Kermauner u. Prausnitz: „Untersuchungen ueber indirekte (diffuse) Beleuchtung etc.“
- Bd. XXXIII. pag. 229. C. Oberdieck: „Ueber Beleuchtung mit Petroleum.“
- — pag. 315. H. Reichenbach: „Ueber Wärmestrahlung von Leuchtflammen.“
- — pag. 350. Rubner: „Bemerkungen zur Abhandlung des H. Dr. Reichenbach etc.“
- Bd. XXXIX. pag. 252. Reichenbach: „Zur Messung d. Wärmestrahlung.“
- — pag. 259. Rubner: Bemerkungen z. vorstehend. Notiz etc.“
- Archiv für Hygiene. Bd. XLVI., pag. 284. Dr. Spitta: „Die Bestimmung kleiner Kohlenoxydmengen i. d. Luft.“
- Bd. XLVII, pag. 1. Wolpert: „Ueber Beziehungen zwischen menschlicher Atmung u. künstlicher Beleuchtung.“

- Bd. LVIII, pag. 171. Reibmayr: „Beleuchtungsverhältnisse bei direktem Hochlicht.“
- Gesundheitsingenieur 1905. 28. Jg., Nr. 17. Dr. Mohr und Dr. Heinzelmann: „Ueber Verminderung der Leuchtkraft d. Spiritusbrenner bei Anwendung schwäch. Spiritus.“
- — 1906. Nr. 14. Dr. W. Behrend: „Spiritus contra Petroleum.“
- Zeitschrift für Hygiene. Bd. 41, 1902, pag. 257. Reichenbach: „Ueber den Einfluss d. Farbe künstlicher Lichtquellen auf d. Sehschärfe.“
- Das Buch der Erfindungen, Gewerbe u. Industrien 1896.